



19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 102 16 516 A 1

51 Int. Cl.<sup>7</sup>:  
F 16 H 13/08

21 Aktenzeichen: 102 16 516.5  
22 Anmeldetag: 9. 4. 2002  
43 Offenlegungstag: 17. 10. 2002

DE 102 16 516 A 1

30 Unionspriorität:

110366/01	09. 04. 2001	JP
141463/01	11. 05. 2001	JP
159162/01	28. 05. 2001	JP
159198/01	28. 05. 2001	JP
159207/01	28. 05. 2001	JP
039093/02	15. 02. 2002	JP
045332/02	21. 02. 2002	JP
045338/02	21. 02. 2002	JP

71 Anmelder:

NSK Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:

Witte, Weller & Partner, 70178 Stuttgart

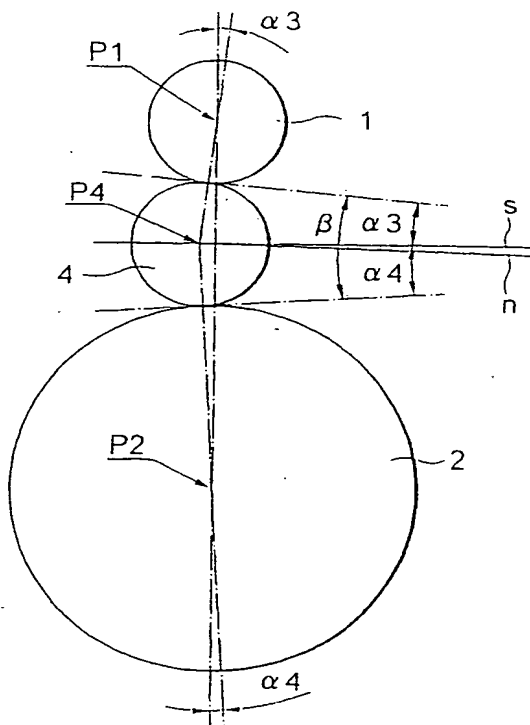
72 Erfinder:

Chikaraishi, Kazuo, Maebashi, Gunma, JP; Maeda, Atsushi, Maebashi, Gunma, JP; Abe, Manabu, Maebashi, Gunma, JP

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

54 Reibrollengetriebe

57 Ein Reibrollengetriebe enthält eine erste Rolle und eine zweite Rolle, die um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Weise voneinander beabstandet sind, daß die zwei Rollen nicht in Kontakt gebracht sind, eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die in Kontakt sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle gebracht sind und die zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindenden Linie angeordnet sind. Ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, ist auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird.



DE 102 16 516 A 1

## Beschreibung

[0001] Diese Anmeldung beansprucht die Vorteile bzw. den Zeitrang der japanischen Patentanmeldungen Nr. 2001-110366, Nr. 2001-141463, Nr. 2001-159207, Nr. 2001-159198, Nr. 2001-159162, Nr. 2002-039093, Nr. 2002-045332 und Nr. 2002-045338, die hiermit per Referenz mit einbezogen sind.

## HINTERGRUND DER ERFINDUNG

## Gebiet der Erfindung

[0002] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Reibrollengetriebe.

## Verwandter Stand der Technik

[0003] Als ein Getriebe zur Übertragung von Motorleistung zwischen Wellen wird hauptsächlich und in weitem Umfang ein Zahnradgetriebe genutzt. Infolge eines Auslegungsfehlers oder dergleichen bei der Produktion des Getriebes wird bei dem Zahnradgetriebe für einen leichtgängigen Betrieb zwangsläufig ein geeignetes Spiel benötigt. Wenn allerdings das Zahnradgetriebe in einem Fall genutzt wird, bei dem die Übertragung häufig zwischen vorwärts und rückwärts gewechselt werden muß, gibt es aufgrund des Spiels einen Aufprall auf die Oberfläche des Zahnrads, wenn die Drehrichtung umgedreht wird, wobei ein Geräusch bzw. Rasseln erzeugt wird.

[0004] Um diese Unannehmlichkeit zu bewältigen, ist ein Reibrollengetriebe als ein Kraftübertragungsmittel ohne Spiel (spielfrei) bekannt, das Rollen bzw. Räder aufeinander preßt, um die Reibkraft zwischen diesen zu nutzen und dadurch die Kraft zu übertragen. Bei einem Planetenrollen-Untersetzungsgetriebe sind beispielsweise Planetenrollen, die um eine zentrale Rolle herum angeordnet sind, und eine Ring-Rolle, in die die Planetenrollen einbeschrieben sind, im Schrumpfsitz oder dgl. mit einem solchen gegenseitigen Eingriff zusammengebaut, daß infolge der elastischen Verformung der jeweiligen Rollen eine vorbestimmte druckbeaufschlagende Kraft bzw. Anpreßkraft zwischen den Rollen erzeugt wird, um dadurch die Motorleistung zu übertragen.

[0005] Bei einem üblichen Reibrollengetriebe läßt man eine vorbestimmte Zwischen-Rollen-Anpreßkraft so wirken, daß eine Reibkraft zur Leistungsübertragung erzeugt wird. Aus diesem Grund kann die Leistungsübertragung nur bis zum Grad der anfänglich festgelegten Anpreßkraft realisiert werden, so daß es notwendig ist, im Anfangsstadium eine sehr große Anpreßkraft anzuwenden, die dem maximal möglichen Drehmoment entspricht.

[0006] Allerdings wird bei dem üblichen Reibrollengetriebe, da immer eine sehr große Anpreßbelastung auf es ausgeübt wird, ein interner Verlust durch die wiederholte elastische Verformung bei der Rotation erzeugt, und zwar unabhängig von einem aktuellen Übertragungs-Drehmoment, und darüber hinaus wird auch infolge einer Vergrößerung eines Betriebs- bzw. Reibmomentes eines Lagers (im folgenden auch "Arbeitsdrehmoment") zum Aufnehmen der Last ein Verlust erzeugt. Demzufolge ergibt sich das Problem, daß das Arbeitsdrehmoment sehr groß wird, so daß in einem Bereich, in dem das Übertragungs-drehmoment klein ist, ein Verlust groß ist und die Effizienz bzw. der Wirkungsgrad des Getriebes sehr gering wird.

[0007] Gemäß der japanischen Patentanmeldung, Offenlegungsnr. 6-135339, ist zwischen einer Reibrolle an einer Antriebsseite und einer Reibrolle an einer Abtriebsseite eine drehmomentbegrenzende Zwischen-Rolle angeordnet, die

Drehmoment überträgt und die von den oben genannten beiden Rollen getrennt wird, wenn sie Drehmoment einer vorbestimmten Größe oder mehr aufnimmt. Bei dieser Anordnung wird die Zwischenrolle, wenn sie ein Drehmoment, das eine vorbestimmte Größe oder mehr hat, aufnimmt, von den beiden Rollen getrennt, so daß ein übermäßig großes Drehmoment nicht auf die jeweiligen Rollen wirkt.

[0008] Weiter ist gemäß der japanischen Patentanmeldung, Offenlegungsnr. 6-288453, ein Drehmoment-Kurvengetriebe (Rollengetriebe-Vorrichtung vom Senkrecht-Typ) als ein Getriebe zum Ausüben einer Anpreßkraft als Reaktion auf ein Übertragungs-drehmoment bekannt. Diese Getriebevorrichtung ist wirkungsvoll zum Einstellen der Anpreßkraft in unidirektionaler Drehrichtung, hat aber den Mangel, daß dann, wenn diese Getriebevorrichtung von einem Übertragungsrichtungsumkehrbaren Typ ist, eine große Verlagerung der Rolle zum Wechseln der Kurvenoberfläche infolge der Umkehr der Drehrichtung der Drehmoment-Kurve hervorgerufen wird. Demzufolge gibt es das Problem, daß eine Übertragungsverzögerung oder ein Aufprall-Geräusch zwischen der Kurvenoberfläche und der Rolle hervorgerufen wird.

[0009] Außerdem ist gemäß der japanischen Patentanmeldung, Offenlegungsnr. 2000-16313, oder der japanischen Patentanmeldung, Offenlegungsnr. 2000-16314, ein Keil- bzw. Kegelrollengetriebe bekannt, bei dem in einem Planeten-Rollengetriebe eine Ringrolle und eine Sonnenrolle geringfügig exzentrisch zueinander gemacht sind, um eine Planetenrolle mit einem Keileffekt bereitzustellen und dadurch eine Anpreßkraft zu erhalten, die dem Drehmoment entspricht. Allerdings hat dieses Getriebe das Problem, daß es die Motorleistung nur in einer Drehrichtung übertragen kann.

## ZUSAMMENFASSUNG DER ERFINDUNG

[0010] Eine erste Erfindung der vorliegenden Anmeldung wurde unter Berücksichtigung der oben genannten Umstände erdacht und eine Aufgabe von dieser ist es, ein Reibrollengetriebe bereitzustellen, das zu einer Drehmomentübertragung in der Lage ist, ohne eine Verzögerung oder ein Aufprall- bzw. Zusammenstoß-Geräusch hervorzurufen, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

[0011] Entsprechend der ersten Erfindung wird ein Reibrollengetriebe bereitgestellt, das dadurch gekennzeichnet ist, daß:

eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind und zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet; und

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet wird, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der von einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen gewonnen ist.

[0012] Bei dem Reibrollengetriebe gemäß der ersten Erfindung können die Welle der ersten Rolle und die Welle der zweiten Rolle vorzugsweise parallel zueinander ausgerichtet sein.

[0013] Bei dem Reibrollengetriebe gemäß der ersten Er-

findung können der Durchmesser der dritten Rolle und der Durchmesser der vierten Rolle vorzugsweise größer sein als der kürzeste Abstand zwischen den Außenumfangsoberflächen der ersten Rolle und der zweiten Rolle gemacht.

[0014] Weiterhin kann bei dem Reibrollengetriebe gemäß der ersten Erfindung vorzugsweise bei jeder der Rollen außenseitig ein Reib-Abschnitt angeordnet sein.

[0015] Ferner kann bei dem Reibrollengetriebe gemäß der ersten Erfindung der Reib-Abschnitt davon vorzugsweise im Innern bzw. an der ersten oder der zweiten Rolle angeordnet sein.

[0016] Ferner kann das Reibrollengetriebe gemäß der ersten Erfindung bei einer elektrischen Servo-Lenkvorrichtung verwendet werden.

[0017] Ferner ist es bei dem Reibrollengetriebe gemäß der ersten Erfindung bevorzugt, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient eines Gehäuses gleich ist wie der einer jeden Rolle.

[0018] Ferner ist es bei einem Reibrollengetriebe gemäß der ersten Erfindung möglich, die erste und zweite Rolle sowohl bei Vorwärts- als auch Rückwärtsrotation zu verwenden, indem sich die dritte und die vierte Rolle daran überlappen.

[0019] Gemäß der vorliegenden Erfindung ist es möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle zu der dritten Rolle und dann zu der zweiten zu bilden, und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle zu der vierten Rolle und der zweiten Rolle, und dadurch bei einem spielfreien Reibrollengetriebe die Vorwärts- und Rückwärtsrotation zu ermöglichen. Es ist außerdem möglich, eine Zunahme eines Arbeitsdrehmoments zu minimieren durch Erzeugen einer einem Übertragungsdrehmoment entsprechenden Rollenanpreßkraft, wobei die Effizienz in einem Bereich von niedrigem Übertragungsdrehmoment besonders verbessert werden kann. Weil alle Rollen zur Leistungs- bzw. Kraftübertragung in allen Drehrichtungen miteinander in Kontakt gebracht sind, ist es außerdem möglich, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird, eine Drehmomentübertragung durchzuführen, ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch zu erzeugen.

[0020] Eine Aufgabe einer zweiten Erfindung der vorliegenden Anmeldung ist es, ein Reibrollengetriebe bereitzustellen, das dazu in der Lage ist, ein Anwachsen eines Arbeitsdrehmoments zu verhindern, durch Zurückhalten der dritten und vierten Rolle davon, daß sie innerhalb einer vorbestimmten Distanz nahe beieinander sind, und eine notwendige anfängliche Schublastbelastung zu erteilen, die zur Stabilisierung eines Anfangsbetriebs erforderlich ist.

[0021] Um das obige Ziel zu erreichen, wird gemäß der zweiten Erfindung ein Reibrollengetriebe bereitgestellt, das dadurch gekennzeichnet ist, daß:

eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet;

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten ist; und

wobei das Getriebe weiter enthält:

ein Glied zum drehbaren Lagern der dritten Rolle;

ein Glied zum drehbaren Lagern der vierten Rolle; und

ein elastisches Glied zum Anlegen einer Elastizität in eine Richtung, in der die beiden Glieder nahe beieinander sind, und zum Verbinden der beiden Glieder miteinander, wobei ein axialer Abstand zwischen der dritten und der vierten Rolle nicht geringer ist als ein vorbestimmter Abstand.

[0022] Wie beschrieben, werden gemäß der zweiten Erfindung der vorliegenden Anmeldung die dritte Rolle und die vierte Rolle davon abgehalten, innerhalb einer vorbestimmten Distanz nahe beieinander zu sein, und die notwendige anfängliche Schublast zur Stabilisierung eines Anfangsbetriebs wird angelegt, so daß eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments verhindert werden kann.

[0023] Eine Aufgabe einer dritten Erfindung der vorliegenden Anmeldung besteht darin, ein Reibrollengetriebe bereitzustellen, das zum Verhindern einer Beschädigung eines Getriebepfades bzw. Übertragungsweges, die durch ein übermäßiges Drehmoment hervorgerufen werden kann, durch Begrenzung der Verlagerung der dritten Rolle auf einen vorbestimmten Betrag in der Lage ist, um ein Durch- bzw. Übersutschen zu verhindern und dadurch zu verhindern, daß die Drehmomentübertragung nicht geringer ist als ein vorbestimmter Betrag.

[0024] Entsprechend der dritten Erfindung der vorliegenden Anmeldung ist ein Reibrollengetriebe vorgesehen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß:

eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und der zweiten Rolle verbindet;

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird; und

eine Stützrolle bzw. Rückhalterolle dafür vorgesehen ist, mit der dritten und der vierten Rolle in Kontakt gebracht zu werden, und zwar zum Begrenzen eines Betrages einer Verlagerung dieser Rollen auf einen vorbestimmten Betrag.

[0025] Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem Reibrollengetriebe der dritten Erfindung möglich, eine Beschädigung eines Getriebepfades bzw. Übertragungsweges, die durch ein übermäßiges Drehmoment hervorgerufen werden kann, durch Begrenzung der Verlagerung der dritten Rolle auf einen vorbestimmten Betrag zu verhindern, um ein Durchrutschen zu vermeiden und dadurch eine Drehmomentübertragung, die nicht geringer ist als ein vorbestimmter Betrag, zu verhindern.

[0026] Eine Aufgabe einer vierten Erfindung der vorliegenden Anmeldung besteht darin, ein Reibrollengetriebe bereitzustellen, das zur Verringerung seines Gewichts imstande ist.

[0027] Entsprechend der vierten Erfindung der vorliegenden Anmeldung ist ein Reibrollengetriebe vorgesehen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß:

eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht

sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet;

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird; und

zwei Verbindungsplatten, die zum Koppeln von Lagern zum drehbaren Lagern der ersten Rolle und der zweiten Rolle an den beiden Endbereichen der beiden Rollen aneinander dienen, aus einem Material geformt sind, das denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten hat wie das der Rollen.

[0028] Wie beschrieben ist es gemäß dem Reibrollengetriebe der vierten Erfindung möglich, das Gewicht des Getriebes zu verringern, weil die beiden Verbindungsplatten zum Koppeln der Lager, die die erste Rolle und die zweite Rolle jeweils an den beiden Endbereichen der beiden Rollen drehbar lagern, aus dem Material gebildet sind, das im wesentlichen denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten aufweist wie das von jeder der Rollen.

[0029] Eine Aufgabe einer fünften Erfindung besteht darin, ein Reibrollengetriebe bereitzustellen, bei dem ein Abstand zwischen den beiden Verbindungsplatten, die jeweils zum Koppeln der beiden Lager vorgesehen sind, die jeweils die erste Rolle und die zweite Rolle drehbar lagern, auf einen gewünschten Wert einstellbar ist.

[0030] Um das zuletzt erwähnte Ziel zu erreichen, ist gemäß der fünften Erfindung ein Reibrollengetriebe vorgesehen, das dadurch gekennzeichnet ist, daß:

eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Weise voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet;

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der von einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird; und

weiterhin Einstellglieder zum Einstellen des Abstands zwischen den Verbindungsplatten auf einen gewünschten Wert vorgesehen sind, die jeweils zum Koppeln zweier Lager aneinander dienen, die die erste Rolle bzw. die zweite Rolle an den beiden Endbereichen der beiden Rollen drehbar lagern.

[0031] Wie oben beschrieben, kann gemäß der fünften Erfindung der Abstand zwischen den Verbindungsplatten, die jeweils zum Koppeln zweier Lager aneinander dienen, die die erste Rolle bzw. die zweite Rolle an den beiden Endbereichen der beiden Rollen drehbar lagern, auf einen gewünschten Wert eingestellt werden.

[0032] Eine Aufgabe einer sechsten Erfindung besteht darin, eine Lenksäule für ein Automobil bereitzustellen, die mit einem Reibrollengetriebe versehen ist, das einen Keileffekt nutzt und als eine drehzahlreduzierende Vorrichtung ei-

nes Aktuators dient.

[0033] Um das letztgenannte Ziel zu erreichen, ist gemäß der sechsten Erfindung eine Lenksäule für ein Automobil vorgesehen, die mit einem Reibrollengetriebe versehen ist, das einen Keileffekt nutzt und als eine drehzahlreduzierende Vorrichtung eines Aktuators dient, dadurch gekennzeichnet, daß:

das Reibrollengetriebe zur Übertragung einer Antriebsleistung durch mindestens zwei Rollen geeignet ist.

[0034] Gemäß der siebten Erfindung ist eine Lenksäule für ein Automobil vorgesehen, die mit einem Reibrollengetriebe ausgestattet ist, das einen Keileffekt nutzt und als eine drehzahlreduzierende Vorrichtung eines Aktuators dient, wobei:

das Reibrollengetriebe enthält:

eine erste Rolle und eine zweite Rolle, die um zwei Wellen angeordnet sind, die voneinander beabstandet und zueinander in einer solchen Art parallel sind, daß die zwei Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie zum Verbinden des Zentrums der ersten Rolle mit dem der zweiten Rolle angeordnet sind; und wobei

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird.

[0035] Wie oben beschrieben ist es gemäß der sechsten und siebten Erfindung möglich, eine Lenksäule für ein Automobil bereitzustellen, das mit einem Reibrollengetriebe versehen ist, das einen Keileffekt nutzt und das als eine drehzahlreduzierende Vorrichtung eines Aktuators dient.

#### KURZBESCHREIBUNG DER ZEICHNUNG

[0036] Fig. 1A ist eine Seitenansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und Fig. 1B ist eine schematische perspektivische Ansicht des in Fig. 1A gezeigten Reibrollengetriebes (geschwindigkeitsreduzierende Vorrichtung);

[0037] Fig. 2A ist eine Seitenansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung (eine Ansicht zur Darstellung eines Übertragungsweges von der ersten Rolle zu der vierten Rolle und dann zu der zweiten Rolle), und Fig. 2B ist eine Seitenansicht desselben (eine Ansicht zur Darstellung eines Übertragungsweges von der ersten Rolle zu der dritten Rolle und dann zu der zweiten Rolle);

[0038] Fig. 3A ist eine Seitenansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und Fig. 3B ist eine schematische perspektivische Ansicht des in Fig. 3A gezeigten Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung);

[0039] Fig. 4A ist eine Seitenansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung (eine Ansicht zur Darstellung eines Übertragungsweges von der ersten Rolle zu der vierten Rolle und dann zu der zweiten Rolle), und Fig. 4B ist eine Seitenansicht desselben (eine Ansicht zur Darstellung eines Übertragungsweges von der

ersten Rolle zu der dritten Rolle und dann zu der zweiten Rolle);

[0040] Fig. 5A und 5B sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 5A eine frontseitige Querschnittsansicht und Fig. 5B eine seitliche Querschnittsansicht dieses Reibrollengetriebes ist;

[0041] Fig. 6A bis 6D sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 6A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 6B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 6A ist, Fig. 6C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 6B ist und Fig. 6D eine perspektivische Ansicht einer Feder ist;

[0042] Fig. 7A bis 7D sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 7A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 7B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 7A ist, Fig. 7C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 7D ist und Fig. 7D eine Querschnittsansicht entlang einer Linie d-d in Fig. 7B ist;

[0043] Fig. 8A bis 8C sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 8A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 8B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 8A ist und Fig. 8C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 8B ist;

[0044] Fig. 9 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Teilanordnung einer Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils gemäß einem siebten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0045] Fig. 10A ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 9, und Fig. 10B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie B-B in Fig. 10A;

[0046] Fig. 11A bis 11C sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 11A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 11B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 11A ist und Fig. 11C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 11B ist;

[0047] Fig. 12A bis 12C sind Explosionsquerschnittsansichten, die jeweils die dritte und vierte Rolle zeigen;

[0048] Fig. 13 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in Fig. 12B gezeigten dritten und vierten Rolle;

[0049] Fig. 14 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Teilanordnung einer Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils gemäß einem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0050] Fig. 15A ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 14, und Fig. 15B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie B-B in Fig. 15A;

[0051] Fig. 16A bis 16C sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 16A eine teilweise geschnittene Seitenansicht des Getriebes ist, Fig. 16B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 16A ist und Fig. 16C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 16A ist;

[0052] Fig. 17A und 17B sind Ansichten betreffend ein erstes Beispiel eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel

spiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 17A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist und Fig. 17B eine Seitenansicht ist, die einen montierten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt;

[0053] Fig. 18 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 17A und 17B gezeigten dritten und vierten Rolle;

[0054] Fig. 19A und 19B sind Ansichten betreffend ein zweites Beispiel des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 19A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist und Fig. 19B eine Seitenansicht ist, die einen montierten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt;

[0055] Fig. 20 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 19A und 19B gezeigten dritten und vierten Rolle;

[0056] Fig. 21A und 21B sind Ansichten betreffend ein drittes Beispiel eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 21A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist und Fig. 21B eine Seitenansicht ist, die einen montierten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt;

[0057] Fig. 22 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 21A und 21B gezeigten dritten und vierten Rolle;

[0058] Fig. 23A und 23B sind Ansichten betreffend ein viertes Beispiel des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 23A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist und Fig. 23B eine Seitenansicht ist, die einen montierten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt;

[0059] Fig. 24 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 23A und 23B gezeigten dritten und vierten Rolle;

[0060] Fig. 25A und 25B sind Ansichten betreffend ein fünftes Beispiel des Reibrollengetriebes (geschwindigkeitsreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 25A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist und Fig. 25B eine Seitenansicht ist, die einen montierten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt;

[0061] Fig. 26 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 25A und 25B gezeigten dritten und vierten Rolle;

[0062] Fig. 27A bis 27D sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 27A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 27B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 27A ist, Fig. 27C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 27B ist und Fig. 27D eine Querschnittsansicht entlang einer Linie d-d in Fig. 27B ist;

[0063] Fig. 28A bis 28D sind Ansichten eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einer Abwandlung des elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 28A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 28B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 28A ist, Fig. 28C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 28B ist und Fig. 28D eine Querschnittsansicht entlang einer Linie d-d in Fig. 28B ist;

[0064] Fig. 29 ist ein Diagramm zur Darstellung eines Verhältnisses einer Rollenverlagerung bzw. eines Rollenversatzes bezogen auf ein Antriebsdrehmoment;

[0065] Fig. 30 ist ein Diagramm zur Darstellung eines Verhältnisses eines Kontaktwinkels bezogen auf ein Antriebsdrehmoment;

[0066] Fig. 31 ist ein Diagramm zur Darstellung eines Verhältnisses zwischen einem Antriebsdrehmoment und einem übertragbaren Drehmoment;

[0067] Fig. 32 ist ein Diagramm zur Darstellung eines Verhältnisses zwischen dem übertragbaren Drehmoment und einer Verlagerung der dritten Rolle;

[0068] Fig. 33 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Teilanordnung einer Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils gemäß einem zwölften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0069] Fig. 34A ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 33, und Fig. 34B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie B-B in Fig. 34A;

[0070] Fig. 35A bis 35C sind Ansichten eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem dreizehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 35A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 35B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 35A ist und Fig. 35C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 35B ist;

[0071] Fig. 36 ist eine Explosionsquerschnittsansicht des in den Fig. 35A bis 35C gezeigten Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung);

[0072] Fig. 37A ist eine ebene Querschnittsansicht des in den Fig. 35A bis 35C gezeigten Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung), und Fig. 37B ist eine ebene Querschnittsansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einer Abwandlung davon;

[0073] Fig. 38 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Teilanordnung einer Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils gemäß einem vierzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung; und

[0074] Fig. 39A ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 38, und Fig. 39B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie B-B in Fig. 39A.

[0075] Fig. 40A und 40B sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem fünfzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 40A eine teilweise geschnittene Ansicht davon ist und Fig. 40B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 40A ist;

[0076] Fig. 41A und 41B sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem sechzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 41A eine teilweise geschnittene Ansicht davon ist und Fig. 41B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 41A ist;

[0077] Fig. 42 ist eine Querschnittsansicht eines Teils, das die dritte und die vierte Rolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem siebzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält;

[0078] Fig. 43 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (geschwindigkeitsreduzierende Vorrichtung) gemäß dem siebzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0079] Fig. 44 ist eine Querschnittsansicht eines Teils, das die dritte und vierte Rolle in einem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem achtzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält;

[0080] Fig. 45 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß

dem achtzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0081] Fig. 46 ist eine Querschnittsansicht eines Teils, das die dritte und vierte Rolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem neunzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält;

[0082] Fig. 47 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem neunzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0083] Fig. 48 ist eine Querschnittsansicht eines Teils, das die dritte und vierte Rolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem zwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält;

[0084] Fig. 49 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0085] Fig. 50 ist eine Querschnittsansicht eines Teils, das die dritte und vierte Rolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem einundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält;

[0086] Fig. 51 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem einundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0087] Fig. 52 ist eine Querschnittsansicht eines Teils, das die dritte und vierte Rolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält;

[0088] Fig. 53 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zweiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0089] Fig. 54 ist eine Querschnittsansicht eines Teils, das die dritte und vierte Rolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem dreiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält;

[0090] Fig. 55 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem dreiundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0091] Fig. 56 ist eine Querschnittsansicht eines Teils, das die dritte und die vierte Rolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem vierundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung enthält;

[0092] Fig. 57 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem vierundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0093] Fig. 58A und 58B sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem fünfundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 58A eine teilweise freigeschnittene Seitenansicht davon ist und Fig. 58B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 58A ist;

[0094] Fig. 59 ist eine perspektivische Explosionsansicht

einer Verbindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem fünfundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0095] Fig. 60 ist eine Längsquerschnittsansicht einer Lenksäule für ein Automobil gemäß einem sechsundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0096] Fig. 61A und 61B sind eine Längsquerschnittsansicht einer Lenksäule für ein Automobil gemäß einem siebenundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bzw. eine Längsquerschnittsansicht einer Lenksäule für ein Automobil gemäß einem achtundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0097] Fig. 62 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Lenksäule für ein Automobil gemäß einem neunundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0098] Fig. 63A bis 63D sind Ansichten zur Darstellung einer Lenksäule für ein Automobil gemäß einem dreißigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 63A eine Vorderansicht ist, Fig. 63B eine Längsquerschnittsansicht ist, Fig. 63C eine teilweise freigeschnittene Rückansicht ist und Fig. 63D eine seitliche Querschnittsansicht der Lenksäule ist; und

[0099] Fig. 64A und 64B sind schematische Ansichten zur jeweiligen Darstellung einer Beziehung zwischen dem Abstand zwischen den Wellen und einem Übersetzungsverhältnis.

#### DETAILLIERTE BESCHREIBUNG DER BEVORZUGTEN AUSFÜHRUNGSBEISPIELE

[0100] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf ein Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung unter Bezugnahme auf die Zeichnungen.

##### Erstes Ausführungsbeispiel

[0101] Fig. 1A ist eine Seitenansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und Fig. 1B ist eine schematische perspektivische Ansicht des in Fig. 1A gezeigten Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung). Fig. 2A ist eine Seitenansicht des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung (eine Ansicht zur Darstellung eines Getriebepfades (im folgenden auch "Übertragungsweg") von der ersten Rolle zu der vierten Rolle und dann zu der zweiten Rolle), und Fig. 2B ist eine Seitenansicht desselben (eine Ansicht zur Darstellung eines Übertragungswegs von der ersten Rolle zu der dritten Rolle und zu der zweiten Rolle).

[0102] Gemäß diesem ersten Ausführungsbeispiel sind bei dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung), wie in den Fig. 1A und 1B und den Fig. 2A und 2B gezeigt, an zwei Wellen a und b, die voneinander parallel beabstandet sind, eine erste Rolle 1, die einen kleinen Durchmesser hat, und eine zweite Rolle 2, die einen großen Durchmesser hat, jeweils um die oben genannten Wellen herum angeordnet, derart, daß sie sich nicht berühren.

[0103] Zwischen der ersten Rolle 1 und der zweiten Rolle 2 und an gegenüberliegenden Seiten einer Linie, die das Zentrum der ersten Rolle mit dem der zweiten Rolle verbindet, sind eine dritte Rolle 3 und eine vierte Rolle 4, die beide den gleichen Durchmesser haben, vorzugsweise parallel zueinander angeordnet, derart, daß sie die erste und die zweite Rolle 1 und 2 berühren.

[0104] Die beiden Durchmesser der dritten Rolle 3 und der vierten Rolle 4 sind größer als der kürzeste Abstand zwischen dem Außenumfang der ersten Rolle 1 und dem der zweiten Rolle 2.

[0105] Ein Winkel, der durch eine tangentiale Linie zwischen der ersten Rolle 1 und der dritten Rolle 3 (oder der vierten Rolle 4) und einer tangentialen Linie zwischen der zweiten Rolle 2 und der dritten Rolle 3 (oder der vierten Rolle 4) gebildet wird, ist nicht mehr als zweimal so groß als ein Reibungswinkel, der sich von einem Reibungskoeffizienten zwischen den Rollen ableiten läßt, und der Reibungsabschnitt davon ist so arrangiert, daß er außenseitig an jeder Rolle ist.

[0106] Mit anderen Worten, es ist festgelegt, daß dann, wenn die Zentren der Rollen P1 bis P4 sind, eine Winkelsumme, die durch die Linie P1P2 und die Linie P1P3 ( $\alpha_1: \angle P2P1P3$ ) und durch die Linie P1P2 und die Linie P2P3 ( $\alpha_2: \angle P1P2P3$ ) gebildet wird, und eine Winkelsumme, die durch die Linie P1P2 und die Linie P1P4 ( $\alpha_3: \angle P2P1P4$ ) und durch die Linie P1P2 und die Linie P2P4 ( $\alpha_4: \angle P1P2P4$ ) gebildet wird, nicht mehr als zweimal so groß ist als der Reibungswinkel ( $\theta = \tan^{-1} \mu$ ).

Das heißt:  $\beta = \alpha_1 + \alpha_2 \leq 2 \cdot \tan^{-1} \mu$  und

$\beta = \alpha_3 + \alpha_4 \leq 2 \cdot \tan^{-1} \mu$ .

[0107] Man beachte, daß ein Kontaktwinkel als ein Winkel definiert werden kann, der zu einer senkrechten Linie zum Verbinden der Zentren der ersten und der zweiten Rolle (s ist die Bezugs- bzw. Basislinie) gebildet ist. Allerdings ist die Größe einer Kontaktkraft, die auf einen Kontaktbereich wirkt, bei den beiden Teilen gleich groß, so daß die resultierende Kraft in Richtung einer Winkelhalbierenden (n) eines Winkels wirkt, der durch die und zwischen den jeweiligen tangentialen Linien gebildet wird. Die Richtung der Basislinie (s), die den Kontaktwinkel definiert, und die Richtung dieser Winkelhalbierenden (n) sind miteinander koinzident, wenn der Durchmesser der Antriebsrolle und der der Abtriebsrolle gleich sind. Wenn es allerdings einen Unterschied zwischen den beiden Durchmessern gibt, sind die Kräfte in den beiden Normalrichtungen, die auf eine Kegelrolle von Antriebs- und Abtriebsrolle in dem Kontaktbereich wirken (die Richtung zum Verbinden der Zentren), auf der Basis der Winkelhalbierenden (eine Fläche, die n enthält) ebenfalls gut ausgeglichen, weil die mit der vorgenannten Winkelhalbierenden (n) gebildeten Winkel ebenfalls gleich sind. Auf der Basis der auf die Kegelrolle wirkenden Kraft sollte der Kontaktwinkel basierend auf eine Linie (Fläche) definiert werden, an der die in den Normalrichtungen wirkenden Kräfte auf die Kontaktbereiche ausgeglichen sind.

[0108] Weil der Reibungswinkel klein ist, ist es bei dieser Anordnung unvermeidlich, die dritte und die vierte Rolle 3 und 4 so anzuordnen, daß sie einander in axialer Richtung überlappen.

[0109] Bei der oben genannten Anordnung kann eine dem Übertragungsdruckmoment entsprechende Anpreßkraft erzielt werden. Dementsprechend ist eine Anpreßkraft nicht mehr erforderlich, die für die Reibungsübertragung (zum Anpressen der dritten und der vierten Rollen 3 und 4 gegen die erste und die zweite Rolle 1 und 2) erforderlich ist. Allerdings ist es bevorzugt, eine geringe Anpreßkraft, um im nicht drehenden Zustand den anfänglichen Berührzustand aufrechtzuerhalten, anzuwenden. Jede dieser Rollen kann lediglich durch eine Einzelrolle gebildet werden oder kann durch eine Vielzahl von Rollen gebildet werden.

[0110] Die folgende Beschreibung bezieht sich auf eine Betriebsweise mit der ersten Rolle als eine Antriebsrolle.



[0111] Wenn die erste Rolle 1 im Uhrzeigersinn gedreht wird (in der CW-Richtung), bilden, wie in Fig. 1B und Fig. 2B gezeigt, die tangentielle Linie zwischen der dritten Rolle 3 und der ersten Rolle 1 und die tangentielle Linie zwischen der dritten Rolle 3 und der zweiten Rolle 2 einen Winkel, der nicht mehr als zweimal so groß ist wie der Reibungswinkel, so daß jeder Kontaktwinkel nicht größer ist als der Reibungswinkel und die dritte Rolle 3 und die erste Rolle 1 in einem Kontaktbereich nicht relativ zueinander rutschen. Demzufolge ist die dritte Rolle durch eine tangentielle Kraft von der ersten Rolle beeinflusst. Diese tangentielle Kraft wirkt in eine Richtung, in der sich die dritte Rolle 3 der ersten Rolle 1 annähert, so daß die dritte Rolle 3 infolge dieser tangentialen Kraft die Drehkraft in Richtung entgegen dem Uhrzeigersinn (der CCW-Richtung) aufnimmt.

[0112] An einem Kontaktbereich zwischen der dritten Rolle 3 und der zweiten Rolle 2 bilden die tangentielle Linie zwischen der dritten Rolle 3 und der ersten Rolle 1 und die tangentielle Linie zwischen der dritten Rolle 3 und der zweiten Rolle 2 einen Winkel, der nicht mehr als zweimal so groß ist als der Reibungswinkel, so daß jeder Kontaktwinkel nicht größer ist als der Reibungswinkel. Demzufolge rutschen die dritte Rolle 3 und die zweite Rolle 2 im Kontaktbereich nicht relativ zueinander. Aus diesem Grund ist die zweite Rolle 2 durch die tangentielle Kraft von der dritten Rolle 3 beeinflusst, so daß die Drehkraft in der CW-Drehrichtung übertragen wird. Als eine Reaktion darauf wird in der dritten Rolle 3 eine weitere Tangentialkraft entgegen der oben genannten erzeugt. Diese Tangentialkraft wirkt in einer Richtung, in der die dritte Rolle 3 sich der zweiten Rolle 2 annähert.

[0113] Die Tangentialkraft, die auf die dritte Rolle 3 wirkt, wirkt in eine Richtung, in der die dritte Rolle 3 gegen die erste und die zweite Rolle 1 und 2 gepreßt wird. Daher ist es möglich, die zu übertragende Tangentialkraft zu erzielen, d. h. eine dem Drehmoment entsprechende Anpreßkraft.

[0114] In diesem Fall, wie in Fig. 2A gezeigt, wird auf der vierten Rolle 4 in deren Kontaktbereich kein relatives Verrutschen hervorgerufen. Obwohl die vierte Rolle 4 von der ersten und der zweiten Rolle 1 und 2 die tangentielle Kraft erfährt, ist daher die Richtung dieser Kraft eine Richtung, in der die vierte Rolle 4 von der ersten und der zweiten Rolle 1 und 2 getrennt wird, so daß die vierte Rolle 4 nur gedreht wird, während sie mit der ersten Rolle 1 und der zweiten Rolle 2 in Kontakt ist.

[0115] Wenn dann, wie in Fig. 1B und Fig. 2A gezeigt, die erste Rolle 1 umgekehrt in der CCW-Richtung gedreht wird, wird die Funktion der vierten Rolle 4 durch die der dritten Rolle 3 ersetzt. Allerdings war die vierte Rolle 4 bereits in Kontakt mit der ersten Rolle 1 und der zweiten Rolle 2, so daß es möglich ist, bei einer Umkehr der Drehrichtung die Übertragungsrichtung der Antriebskraft weich bzw. stoßfrei umzudrehen.

[0116] Um eine Drehmomentübertragung durchzuführen, ist es außerdem ausreichend, wenn die dritte und die vierte Rolle 3 und 4 in einem Berührzustand mit der ersten und der zweiten Rolle 1 und 2 sind. Um den Berührzustand sicherzustellen, können die dritte und die vierte Rolle 3 und 4 geringfügig gegen die erste und die zweite Rolle 1 und 2 gepreßt werden.

[0117] Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden, und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2, um eine Drehrichtungsumkehr bei dem spielfreien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) zu ermöglichen. Weil die Rollen-An-

preßkraft entsprechend dem Getriebe- bzw. Übertragungsdrehmoment erzeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments bzw. des betrieblichen Drehmomentes zu minimieren. Es ist ferner möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit geringem Übertragungsmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch dann, wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

#### Zweites Ausführungsbeispiel

[0118] Fig. 3A ist eine Seitenansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, und Fig. 3B ist eine schematische perspektivische Ansicht des in Fig. 3A gezeigten Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung). Fig. 4A ist eine Seitenansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung (eine Ansicht zur Darstellung eines Übertragungswegs von der ersten Rolle zu der vierten Rolle und zu der zweiten Rolle) und Fig. 4B ist eine Seitenansicht derselben (eine Ansicht zur Darstellung des Übertragungswegs von der ersten Rolle zu der dritten Rolle und zu der zweiten Rolle).

[0119] Bei dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zweiten Ausführungsbeispiel sind, wie in den Fig. 3A und 3B und in Fig. 4A und 4B gezeigt, an zwei Wellen a und b, die voneinander parallel beabstandet sind, die erste Rolle 1, die einen kleinen Durchmesser hat, und die zweite Rolle 2, die einen großen Durchmesser hat, jeweils um die oben genannten Wellen herum angeordnet, so daß sie sich nicht berühren, und die dritte Rolle 3 und die vierte Rolle 4, die so angeordnet sind, daß sie in Kontakt mit der ersten und der zweiten Rolle 1 und 2 in Kontakt sind, sind zwischen der ersten Rolle 1 und der zweiten Rolle 2 angeordnet. Zwischen der ersten Rolle 1 und der zweiten Rolle 2 sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie, die das Zentrum der ersten Rolle mit dem der zweiten Rolle verbindet, sind eine dritte und eine vierte Rolle, die beide den gleichen Durchmesser haben, so angeordnet, daß sie parallel zueinander sind, und zwar in Kontakt mit sowohl der ersten als auch der zweiten Rolle 1 und 2. Sowohl der Durchmesser der dritten Rolle als auch der der vierten Rolle sind größer als der kürzeste Abstand zwischen der Umfangsoberfläche der ersten Rolle und der der zweiten Rolle. Ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle 1 und der dritten Rolle 3 (oder der vierten Rolle 4) und einer tangentialen Linie zwischen der zweiten Rolle 2 und der dritten Rolle 3 (oder der vierten Rolle 4) gebildet ist, ist nicht mehr als zweimal so groß als ein Reibungswinkel, der von einem Reibungskoeffizienten zwischen den Rollen abgeleitet ist, und der Reibabschnitt davon ist so angeordnet, daß er innerhalb jeder Rolle ist.

[0120] Genauer gesagt ist vorgesehen, daß eine Rolle als eine für eine bidirektionale Rotation verwendbare Keil- bzw. Kegelrolle entwickelt ist, wobei der axiale Abstand kleiner ist als die Summe der Radien der ersten Rolle 1 und der zweiten Rolle 2, und als die zweite Rolle 2 wird eine Innenumfangsoberfläche angesehen. Der Reibungswinkel und der Kontaktwinkel können als der gleiche betrachtet werden, wenn ein Winkel als der Kontaktwinkel angesehen wird, der durch eine und zwischen einer Linie, die zu der Linie zur Verbindung des Zentrums der ersten Rolle 1 und des Zentrums der zweiten Rolle 2 senkrecht ist, und jeder tan-



gientalen Linie gebildet wird.

[0121] Wie oben beschrieben ist es auch bei dem zweiten Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden, und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist weiter möglich, bei dem spielfreien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) die Drehrichtung umzukehren. Weiter ist es möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments durch Erzeugen der mit dem Übertragungsdrehmoment korrespondierenden Rollen-Anpreßkraft zu minimieren. Es ist möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit niedrigem Übertragungsdrehmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

#### Drittes Ausführungsbeispiel

[0122] Fig. 5A und 5B sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem dritten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 5A eine Querschnittsansicht von vorn ist und Fig. 5B eine seitliche Querschnittsansicht dieses Reibrollengetriebes ist.

[0123] Das dritte Ausführungsbeispiel dient zur Konkretisierung des ersten Ausführungsbeispiels und hat in Bezug auf die Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, den Kontaktwinkel und den Reibungswinkel dieselbe Anordnung wie beim ersten Ausführungsbeispiel, außer daß die Leerlaufrollen (dritte und vierte Rolle) nicht geringfügig angepreßt sind.

[0124] In einem Paar von Gehäusen 10 und 11 wird eine Antriebswelle a durch ein Paar von Lagern 12 und 13 drehbar gelagert. In den Gehäusen 10 und 11 wird ferner eine Abtriebswelle b durch ein Paar von Lagern 14 und 15 drehbar gelagert.

[0125] Man beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0126] Wie oben beschrieben, ist es auch bei dem dritten Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2, und es ist auch möglich, bei dem spielfreien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollenanpreßkraft entsprechend dem Übertragungsdrehmoment erzeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments zu minimieren. Es ist möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit geringem Übertragungsdrehmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

#### Viertes Ausführungsbeispiel

[0127] Fig. 6A bis 6D sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem vierten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 6A eine seitliche Querschnittsansicht

des Getriebes ist, Fig. 6B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 6A ist, Fig. 6C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 6B ist, und Fig. 6D eine perspektivische Ansicht einer Feder ist.

[0128] Das vierte Ausführungsbeispiel dient zur Konkretisierung des ersten Ausführungsbeispiels und hat in bezug auf die Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, den Kontaktwinkel und den Reibungswinkel dieselbe Anordnung wie das erste Ausführungsbeispiel, wobei die Leerlaufrollen (dritte und vierte Rolle) geringfügig angepreßt werden.

[0129] In einem Paar von Gehäusen 10 und 11 wird eine Antriebswelle a durch ein Paar von Lagern 12 und 13 drehbar gelagert.

[0130] In den Gehäusen 10 und 11 wird ferner eine Abtriebswelle b durch ein Paar von Lagern 14 und 15 drehbar gelagert.

[0131] Ringförmige Federn 20' sind jeweils in die dritte und vierte Rolle 3 und 4 eingehakt, wodurch eine geringe Anpreßkraft auf die dritte und vierte Rolle 3 und 4 angelegt wird, um den anfänglichen Kontakt sicherzustellen.

[0132] Beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0133] Wie oben beschrieben, ist es auch in dem vierten Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden, und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist bei dem spielfreien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) außerdem möglich, die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollenanpreßkraft entsprechend dem Übertragungsdrehmoment erzeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments zu minimieren. Es ist möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit geringem Übertragungsdrehmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

#### Fünftes Ausführungsbeispiel

[0134] Fig. 7A bis 7D sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem fünften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 7A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 7B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 7A ist, Fig. 7C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 7B ist und Fig. 7D eine Querschnittsansicht entlang einer Linie d-d in Fig. 7B ist. Das fünfte Ausführungsbeispiel dient zur Konkretisierung des ersten Ausführungsbeispiels und hat in bezug auf die Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, den Kontaktwinkel und den Reibungswinkel dieselbe Anordnung wie das erste Ausführungsbeispiel, wobei die Leerlaufrollen (dritte und vierte Rolle) geringfügig angepreßt sind.

[0135] In einem Paar von Gehäusen 10 und 11 wird eine Antriebswelle a durch ein Paar von Lagern 12 und 13 drehbar gehalten. In den Gehäusen 10 und 11 wird ferner eine Abtriebswelle b durch ein Paar von Lagern 14 und 15 drehbar gehalten.

[0136] An der dritten und der vierten Rolle 3 und 4 sind jeweils Anpreßabschnitte vorgesehen. Bei jedem dieser Anpreßabschnitte ist eine Rolle 31 drehbar an einem freien Ende eines schwenkbaren Armes 30 drehbar angeordnet,

und diese Rolle 31 ist mit Hilfe einer Feder 32 elastisch gegen die dritte oder vierte Rolle 3 oder 4 gedrückt, wobei eine geringe Anpreßkraft auf die dritte und vierte Rolle 3 und 4 zum Sicherstellen des anfänglichen Kontaktes ausgeübt wird.

[0137] Man beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0138] Wie oben beschrieben ist es auch bei dem fünften Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle zu der dritten Rolle und weiter zu der zweiten Rolle zu bilden, und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist ferner möglich, bei dem spielfreien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung), die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollen-Anpreßkraft entsprechend dem Übertragungsdrchmoment erzeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments zu minimieren. Es ist ferner möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit niedrigem Übertragungsdrchmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

#### Sechstes Ausführungsbeispiel

[0139] Fig. 8A bis 8C sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) entsprechend einem sechsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 8A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 8B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 8A ist, und Fig. 8C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 8B ist.

[0140] Das sechste Ausführungsbeispiel dient zur Konkretisierung des ersten Ausführungsbeispiels und hat in bezug auf die Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, den Kontaktwinkel und den Reibungswinkel dieselbe Anordnung wie das erste Ausführungsbeispiel, wobei die Leerlaufrollen (dritte und vierte Rolle) geringfügig angepreßt sind.

[0141] In einem Paar von Gehäusen 10 und 11 wird eine Antriebswelle a durch ein Paar von Lagern 12 und 13 drehbar gelagert. In den Gehäusen 10 und 11 wird ferner eine Abtriebswelle durch ein Paar von Lagern 14 und 15 drehbar gelagert.

[0142] Weil die dritte und vierte Rolle 3 und 4 geringfügig angedrückt werden, ist ein Stützglied 40 in jedes der Gehäuse 10 und 11 eingebaut, und die dritte und vierte Rolle 3 und 4 sind mittels eines Lagers 42 drehbar an einer Stützwelle 41 gelagert, die an diesem Stützglied 40 angeordnet ist. Zusätzlich ist eine Feder 43 zur Einstellung der Positionen des Stützgliedes 40 und der Stützwelle 41 vorgesehen, wobei eine geringe Anpreßkraft auf die dritte und vierte Rolle 3 und 4 zur Sicherstellung des anfänglichen Kontaktes ausgeübt wird.

[0143] Man beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0144] Wie oben beschrieben, ist es auch bei dem sechsten Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist ferner möglich, bei dem spiel-

freien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollen-Anpreßkraft entsprechend dem Übertragungsdrchmoment erzeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments zu minimieren. Es ist möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit geringem Übertragungsdrchmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

#### Siebttes Ausführungsbeispiel

[0145] Im folgenden wird mit Bezug auf Fig. 9 und die Fig. 10A und 10B ein siebttes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben, bei dem das oben beschriebene Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bei einer elektrischen Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils verwendet wird.

[0146] Fig. 9 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Teilanordnung einer Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils gemäß einem siebtten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0147] Fig. 10A ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 9, und Fig. 10B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie B-B in Fig. 10A.

[0148] In Fig. 9 ist die erste Rolle 1 in derselben axialen Linie einer Abtriebsdrehwelle eines Elektromotors 50, der eine Elektromotoreinheit ist, an der Abtriebsdrehwelle 52 festgelegt.

[0149] Die zweite Rolle 2 ist fest an eine mutterförmige Kugelumlaufspindelmutter 53 montiert oder wird einstückig mit dieser ausgebildet. Die Kugelumlaufspindelmutter 53 wird bezüglich der Gehäuse 10 und 11 durch Lager 58, 58 und 63 drehbar gelagert und ist auf eine Zahnstangenwelle 51 montiert oder umgibt die Zahnstangenwelle 51. An der Zahnstangenwelle 51 ist eine schraubenförmige Nut 51b ausgebildet, um mit einer schraubenförmigen Nut 53a der Kugelumlaufspindelmutter 53 über Kugeln 54 indirekt in Eingriff zu stehen. Das heißt, daß die Kugelumlaufspindelmutter 53 und die Zahnstangenwelle 51 mittels einer großen Zahl von sphärischen Kugeln 54, die drehbar in eine Mulde der schraubenförmigen Nut 51b und der schraubenförmigen Nut 53a eingelegt sind, indirekt miteinander in Eingriff stehen, und daß die Kugelumlaufspindelmutter 53 an einem Teil der schraubenförmigen Nut 51b in deren axialer Richtung montiert ist. Die Kugelumlaufspindelmutter 53 und die Kugeln 54 bilden eine sogenannte Kugelumlaufspindel-Anordnung, die bekannt ist.

[0150] Weil die dritte und vierte Rolle 3 und 4 in den Fig. 10A und 10B geringfügig angepreßt sind, sind Stützglieder 40 in den jeweiligen Gehäusen 10 und 11 eingebaut. Die dritte und vierte Rolle 3 und 4 sind jeweils mittels Lagern 42 drehbar an den Stützwellen 41 gelagert, die an den Stützgliedern 40 angebracht sind. Eine Feder 43 ist zur Einstellung der Positionen des Stützgliedes 40 und der Stützwelle 41 vorgesehen, wobei eine geringe Anpreßkraft auf die dritte und vierte Rolle 3 und 4 zur Sicherstellung des anfänglichen Kontaktes ausgeübt wird.

[0151] Man beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0152] Wie oben beschrieben, ist es auch bei dem siebtten Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden und einen weiteren Übertragungs-

weg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist auch möglich, bei dem spiel-freien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrich-tung) die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollen-An-preßkraft entsprechend dem Übertragungs-drehmoment er-zeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Ar-beitsdrehmoments zu minimieren. Es ist ferner möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit geringem Übertragungs-drehmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätz-lich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

[0153] Der Elektromotor 50 enthält einen Stator (nicht dargestellt), einen Rotor, der eine drehbare Welle aufweist, etc. und ist beim vorliegenden Ausführungsbeispiel in einer axialen Richtung angeordnet, die im wesentlichen parallel zu der Zahnstangenwelle 51 ist. Der Elektromotor 50 kann passend auch in einer schrägen Weise entsprechend einer räumlichen Bedingung seines Einbaus angeordnet werden. Ein Ende der Zahnstangenwelle 51 ist mit einer Spurstange 65 durch ein Universalgelenk 59 verbunden.

[0154] In der Abbildung der Zahnstangenwelle 51 ist eine Zahnstange (nicht dargestellt) an einem linken Teil (Bereich des äußersten Endes) der schraubenförmigen Nut 51b aus-gebildet.

[0155] Diese Zahnstange ist fest auf bzw. zu einer Ritzel-welle (nicht dargestellt) montiert, die mit dem unteren End-bereich einer mit einer Handhabe verbundenen Lenkwelle (nicht dargestellt) verbunden ist und mit einem Ritzel (nicht dargestellt) in Eingriff steht, das innerhalb eines Zahnradge-triebegehäuses (nicht dargestellt) angeordnet ist. Die Lenk-welle und die Ritzelwelle bilden eine Drehwelleneinrich-tung und die Zahnstange und das Ritzel bilden eine Zahn-stangen-Ritzeleinrichtung. Die Zahnstangen-Ritzeleinrich-tung selbst ist als ein Glied zum Steuern bekannt, um die Drehwelleneinrichtung und die Zahnstangenwelle 51 mit-einander zu verbinden.

[0156] Im folgenden wird ein Betrieb der oben genannten Anordnung kurz beschrieben. Obwohl der Fahrer den Elek-tromotor auf der Basis von Informationen einschließlich des auf die Lenkwelle anzuwendenden Drehmoments und der Geschwindigkeit des Automobils steuert, wird eine genaue Beschreibung einer Schaltung zu dieser Steuerungsbetä-tigung weggelassen, da sie die vorliegende Erfindung nicht direkt betrifft. Eine Steuerungseinheit steuert einen Abtrieb des Elektromotors 50, um eine geeignete Hilfskraft ent-sprechend dem ermittelten Drehmoment oder der Geschwindig-keit des Automobils zu erhalten.

[0157] Die Drehwelle des Elektromotors 50 und die Welle der ersten Rolle 1 sind miteinander gekoppelt. In diesem Fall wird eine Drehung der ersten Rolle 1 über die dritte Rolle 3, die vierte Rolle 4 und dann die zweite Rolle 2 auf die Kugelumlaufspindelmutter 53 übertragen, um dadurch die Kugelumlaufspindelmutter 53 zu drehen. Infolge dieser Drehung wird die Zahnstangenwelle 51 in die beiden durch den Pfeil D gezeigten Richtungen verfahren. Dadurch wer-den die lenkbaren Räder gelenkt. In diesem Fall werden ein Drehmoment der Lenkwelle, das einer durch die Zahnstan-genwelle 51 aufgenommenen Belastung entspricht, und die Geschwindigkeit des Automobils ermittelt, und der Abtrieb des Elektromotors 50 wird entsprechend diesen ermittelten Werten gesteuert, wobei eine elektrische Hilfskraft geeig-neterweise einer manuellen Lenkkraft hinzugefügt wird.

[0158] Wie oben beschrieben ist es gemäß einem ersten Aspekt der Erfindung möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der

zweiten Rolle 2 zu bilden und einen weiteren Übertragungs-weg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist ferner möglich, bei dem spiel-freien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrich-tung), die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollen-An-preßkraft entsprechend dem Übertragungs-drehmoment er-zeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Ar-beitsdrehmoments zu minimieren. Es ist möglich, die Effi-zenz insbesondere in einem Bereich mit geringem Übertra-gungs-drehmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraft-übertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

#### Achtes Ausführungsbeispiel

[0159] Fig. 11A bis 11C sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrich-tung) gemäß einem achten Ausführungsbeispiel der vorlie-genden Erfindung, wobei Fig. 11A eine seitliche Quer-schnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 11B eine Quer-schnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 11A ist und Fig. 11C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 11B ist. Fig. 12A bis 12C sind perspektivische Explosi-onsansichten, die jeweils die dritte und vierte Rolle zeigen. [0160] Fig. 13 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in Fig. 12B gezeigten dritten und vierten Rolle.

[0161] Das achte Ausführungsbeispiel hat in bezug auf die Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, den Kontakt-winkel und den Reibungswinkel dieselbe Anordnung wie das erste Ausführungsbeispiel.

[0162] Wie in den Fig. 11A bis 11C dargestellt ist, wird in einem Paar von Gehäusen 11 und 10 eine Antriebswelle a durch ein Paar von Lagern 12 und 13 drehbar gelagert. In den Gehäusen 10 und 11 wird ferner eine Abtriebswelle b durch ein Paar von Lagern 14 und 15 drehbar gelagert. Der lineäre Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 sind gleich groß festgelegt.

[0163] Wie in den Fig. 12A bis 12C dargestellt, besteht bei dem achten Ausführungsbeispiel ein Halter 20 aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen im wesentlichen halb-kreisförmigen Querschnitt.

[0164] Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu koppeln, und eine gemeinsame Oberfläche dazwischen dient als eine Anschlagfläche 23, wobei ringförmige Nuten an deren Außenumfangsoberfläche vorgesehen sind, die zu einem einzigen Stück wird, wenn die Halter mit-einander gekoppelt sind. Ein Drahting 25, der als ein Feder-element dient, ist in die Nut 24 eingesetzt, und der Nut 24 wird eine Elastizität in eine Richtung gegeben, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Demzu-folge sind die beiden Wellenabschnitte zu einem einheitli-chen Bauteil integriert.

[0165] Die dritte und vierte Rolle 3 und 4 werden durch die Wellenabschnitte 22 der Halter 20 drehbar gelagert.

[0166] Ein Zustand, bei dem die beiden Anschlagoberflä-chen 23 miteinander in Kontakt gebracht sind, ist ein Zu-stand, bei dem die dritte und die vierte Rolle am nächsten beieinander sind, und der Abstand zwischen den Wellen wird in Fig. 12B durch A bezeichnet.

[0167] Die in Fig. 11C mit B bezeichnete Abmessung gibt

den Abstand zwischen den Wellen der dritten Rolle 3 und der vierten Rolle 4 an, wenn keine elastische Verformung im Anfangszustand auftritt.

[0168] Weil  $A < B$  ist, sind im Anfangszustand die Anschlagflächen 23 lediglich durch den Abstand  $B-A$  voneinander beabstandet, um infolge der Elastizität des Federelements 25 eine Kontaktkraft zwischen der dritten und der vierten Rolle und der ersten und der zweiten Rolle aufzunehmen.

[0169] Wenn man für  $A$  einen vorbestimmten Wert festlegt, werden dann, wenn die dritte oder die vierte Rolle zur Kraftübertragung dient und um  $B-A$  oder mehr in eine Richtung ausgelenkt ist, in der sie sich einer Linie annähert, die die Drehwellen der ersten und zweiten Rolle verbindet, die Anschlagflächen in Kontakt gebracht und der Abstand zwischen den Wellen wird auf  $A$  beibehalten, so daß die andere Rolle von der ersten und zweiten Rolle entfernt werden kann.

[0170] Weil nur eine der Rollen in Kontakt mit der ersten und zweiten Rolle ist, wenn kein Antriebsdrehmoment erzeugt wird und die Drehung gestoppt ist, existiert keine Anpreßkraft infolge der tangentialen Kraft mehr, so daß die Rolle infolge der elastischen Kraft der elastischen Verformung der anderen Rollen, der Gehäuse und der Lager nach außen zur Position im Anfangszustand hin gedrückt wird. Als Folge wird die Anpreßkraft der Rolle nicht aufrechterhalten und das Arbeitsdrehmoment bleibt lediglich für eine vorbestimmte Druckbelastung in dem Anfangszustand vorliegt.

[0171] Man beachte, daß in einem in Fig. 12A gezeigten Beispiel zwischen der dritten und vierten Rolle und dem Wellenabschnitt 22 Lager 26 angeordnet sind und daß der Flanschabschnitt im wesentlichen einen halbkreisförmigen Querschnitt hat.

[0172] Bei den in Fig. 12B und Fig. 13 gezeigten Beispielen ist eine Öl zurückhaltende Nut (Labyrinthnut) 27 am Wellenabschnitt 22 des Halters 20 angeordnet, und der Flanschabschnitt 21 hat einen halbkreisförmigen Querschnitt.

[0173] Bei dem in Fig. 12C gezeigten Beispiel ist die Öl zurückhaltende Nut (Labyrinthnut) 27 an dem Wellenabschnitt 22 des Halters 20 angeordnet, und der Flanschabschnitt 21 hat einen stufenförmigen Querschnitt.

[0174] Man beachte, daß die vorliegende Erfindung nicht auf die vorgenannten Ausführungsbeispiele beschränkt ist, sondern auf verschiedene Weise modifiziert werden kann. Ein Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß der vorliegenden Erfindung kann z. B. bei einer elektrischen Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils verwendet werden.

#### Neuntes Ausführungsbeispiel

[0175] Im folgenden wird das neunte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben unter Bezugnahme auf Fig. 14 und die Fig. 15A und 15B, in denen das oben beschriebene achte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bei einer elektrischen Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils verwendet ist.

[0176] Fig. 14 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Teilanordnung einer Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils gemäß dem neunten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 15A ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 14 zur Darstellung eines Teils des Reibrollengetriebes, das als Rotationsverlangsamungsmittel dient, und Fig. 15B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie B-B in Fig. 15A.

[0177] In Fig. 14 ist die erste Rolle 1 in derselben axialen

Linie wie eine Abtriebswelle eines Elektromotors 50, der als eine Elektromotoreinheit dient, an der Abtriebswelle 52 festgelegt.

[0178] Die zweite Rolle 2 ist fest an einer Kugelumlaufspindelmutter 53 montiert oder ist einstückig mit dieser ausgebildet. Die Kugelumlaufspindelmutter 53 wird bezüglich der Gehäuse 10 und 11 durch Lager 58, 58 und 63 drehbar gelagert und ist auf eine Zahnstangenwelle 51 montiert bzw. aufgesetzt oder umgibt die Zahnstangenwelle 51. An der Zahnstangenwelle 51 ist eine schraubenförmige Nut 51b ausgebildet, die mit einer schraubenförmigen Nut 53a der Kugelumlaufspindelmutter 53 über Kugeln 54 indirekt in Eingriff steht. Das heißt, daß die Kugelumlaufspindelmutter 53 und die Zahnstangenwelle 51 durch eine große Zahl von sphärischen Kugeln 54, die drehbar in Mulden der schraubenförmigen Nut 51b und der schraubenförmigen Nut 53a eingepaßt sind, indirekt miteinander in Eingriff stehen, und daß die Kugelumlaufspindelmutter 53 über einem Teil der schraubenförmigen Nut 51b in deren axialer Richtung montiert ist. Die Kugelumlaufspindelmutter 53 und die Kugeln 54 bilden eine sogenannte Kugelumlaufspindel-Anordnung, die bekannt ist.

[0179] Weil in Fig. 15B die dritten und vierten Rollen 3 und 4 geringfügig angepreßt sind, sind Halter 20' und 20' jeweils in den Gehäusen 10 und 11 montiert. Die dritte und vierte Rolle 3 und 4 werden jeweils mittels Lagern (nicht dargestellt) drehbar durch Stützwellen 22', 22' gelagert, die an diesen Haltern 20', 20' angebracht sind. Die Konfiguration dieser Halter 20', 20' ist dieselbe wie die im vorangehenden achten Ausführungsbeispiel, so daß eine detaillierte Beschreibung davon weggelassen wird.

[0180] Man beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0181] Wie oben beschrieben ist es auch bei dem neunten Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist ferner möglich, bei dem spielfreien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung), die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollen-Anpreßkraft entsprechend dem Übertragungsdrehmoment erzeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments zu minimieren. Es ist möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit niedrigem Übertragungsdrehmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung in jeder Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

[0182] Der oben genannte Elektromotor 50 enthält einen Stator (nicht dargestellt), einen Rotor, der eine drehbare Welle hat (nicht dargestellt), etc. und ist beim vorliegenden Ausführungsbeispiel in einer axialen Richtung angeordnet, die im wesentlichen parallel zu der Zahnstangenwelle 51 ist. Der Elektromotor 50 kann geeigneterweise auch in einer schrägenden Weise entsprechend einer räumlichen Bedingung seines Einbaus angeordnet werden. Ein Ende der Zahnstangenwelle 51 ist mit einer Spurstange 65 durch ein Universalgelenk 59 verbunden.

[0183] In der Abbildung der Zahnstangenwelle 51 ist eine Zahnstange (nicht dargestellt) an einem linken Teil (der Bereich des äußersten Endes) der schraubenförmigen Nut 51b ausgebildet. Diese Zahnstange ist fest auf bzw. zu einer Ritzelwelle (nicht dargestellt) montiert, die mit dem unteren Endbereich einer mit einem Lenkrad (nicht dargestellt) ver-

bundenen Lenkwelle (nicht dargestellt) verbunden ist und mit einem Ritzel (nicht dargestellt) in Eingriff steht, das innerhalb eines Zahnradgetriebegehäuses (nicht dargestellt) angeordnet ist. Die Lenkwelle und die Ritzelwelle bilden eine Drehwelleneinrichtung, während die Zahnstange und das Ritzel eine Zahnstangen-Ritzeleinrichtung bilden. Die Zahnstangen-Ritzeleinrichtung selbst ist als ein Glied zum Steuern bekannt, um die Drehwelleneinrichtung und die Zahnstangenwelle 51 miteinander zu verbinden.

[0184] Im folgenden wird ein Betrieb der oben genannten Anordnung kurz beschrieben. Obwohl der Fahrer den Elektromotor 50 auf der Basis von Informationen einschließlich des auf die Lenkwelle auszuübenden Drehmoments und der Geschwindigkeit des Automobils steuert, wird eine genaue Beschreibung einer Schaltung zu dieser Steuerungsbetätigung weggelassen, da sie die vorliegende Erfindung nicht direkt betrifft. Eine Steuerungseinheit steuert einen Abtrieb des Elektromotors 50, um eine geeignete Hilfskraft entsprechend dem ermittelten Drehmoment oder der Geschwindigkeit des Automobils zu erhalten.

[0185] Die Drehwelle des Elektromotors 50 und die Welle der ersten Rolle 1 sind miteinander gekoppelt. In diesem Fall wird eine Drehung der ersten Rolle 1 über die dritte Rolle 3, die vierte Rolle 4 und dann die zweite Rolle 2 zu der Kugelumlaufspindelmutter 53 übertragen, um dadurch die Kugelumlaufspindelmutter 53 zu drehen. Infolge dieser Drehung wird die Zahnstangenwelle 51 in die beiden durch den Pfeil D gezeigten Richtungen verfahren. Dadurch werden lenkbare Räder gelenkt. Dabei werden ein Drehmoment der Lenkwelle, das einer durch die Zahnstangenwelle 51 aufgenommenen Belastung entspricht, und die Geschwindigkeit des Automobils ermittelt, und der Abtrieb des Elektromotors 50 wird entsprechend diesen ermittelten Werten gesteuert, wobei eine elektrische Hilfskraft in geeigneter Weise einer manuellen Lenkkraft hinzugefügt wird.

#### Zehntes Ausführungsbeispiel

[0186] Weil bei dem vorangegangenen achten und neunten Ausführungsbeispiel ein Drahttring eines Typs C als ein an dem Halter, der jede der dritten und vierten Rolle drehbar lagert, anzubringender Drahttring verwendet wird, wird die Drehlage des Drahttrings manchmal verschoben, wenn das Getriebe betätigt wird. Weil die anfängliche Kontaktleistung zwischen der dritten und der vierten Rolle sich entsprechend der Drehlage des Drahttrings ändert, wird der Elastizitätskoeffizient zwischen den beiden Haltern verändert, wenn die Drehlage verschoben wird, wodurch die anfängliche Kontaktleistung schwankt.

[0187] Bei dem zehnten Ausführungsbeispiel wird eine stabile anfängliche Kontaktkraft durch Fixieren der Drehlage des Drahttrings erzielt.

[0188] Fig. 16A bis 16C sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 16A eine teilweise geschnittene Seitenansicht des Getriebes ist, Fig. 16B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 16A ist und Fig. 16C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 16A ist.

[0189] Bei dem zehnten Ausführungsbeispiel sind die Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, der Kontaktwinkel und der Reibungswinkel grundsätzlich in derselben Weise eingerichtet wie bei den vorangegangenen Ausführungsbeispielen.

[0190] Wie in den Fig. 16A bis 16C dargestellt, wird in einem Paar von Gehäusen 10 und 11 eine Antriebswelle a durch ein Paar von Lagern 12 und 13 drehbar gehalten. In

den Gehäusen 10 und 11 wird ferner eine Abtriebswelle b durch ein Paar von Lagern 14 und 15 drehbar gehalten. Man beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0191] Fig. 17A und 17B sind Ansichten bezüglich eines ersten Beispiels des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 17A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und der vierten Rolle ist und Fig. 17B eine Seitenansicht zur Darstellung eines zusammengebauten Zustands der dritten und vierten Rolle ist. Fig. 18 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 17A und 17B dargestellten dritten und vierten Rolle.

[0192] Ein Halter 20 besteht aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen im wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt. Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu koppeln, und eine gemeinsame Oberfläche dazwischen dient als eine Anschlagfläche 23, wobei ringförmigen Nuten 24 an deren Außenumfangsoberfläche vorgesehen sind, die zu einem Stück wird bzw. werden, wenn die Halter miteinander verbunden sind. Ein Drahttring 25, der als ein Federelement dient, ist in die Nut 24 eingesetzt, und der Nut 24 wird eine Elastizität in einer Richtung gegeben, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Demzufolge sind die beiden Wellenabschnitte zu einem einheitlichen Bauteil integriert. Die beiden Wellenabschnitte 22 werden durch die dritte und vierte Rolle 3 und 4 jeweils durch Lager 26 drehbar gelagert.

[0193] An einem der Halter ist eine Bohrung 71 an der ringförmigen Nut 24 ausgebildet, die senkrecht zu der Anschlagfläche ist und tiefer als die ringförmige Nut 24. Ein Vorsprung 72 eines Drahttrings eines Typs G ist in diese Bohrung 71 eingesetzt, um die Drehlage zu fixieren.

[0194] Fig. 19A und 19B sind Ansichten betreffend ein zweites Beispiel des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 19A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist, und Fig. 19B eine Seitenansicht, die einen zusammengebauten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt. Fig. 20 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 19A und 19B gezeigten dritten und vierten Rolle.

[0195] Ein Halter 20 besteht aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen im wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt. Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu koppeln, und eine gemeinsame Oberfläche dazwischen dient als eine Anschlagfläche 23, mit ringförmigen Nuten 24 an deren Außenumfangsoberfläche, die zu einem einzigen Stück wird, wenn die Halter miteinander verbunden sind. Ein Drahttring 25, der als Federelement dient, ist in die ringförmige Nut 24 eingesetzt, und der Nut 24 wird eine Elastizität in einer Richtung gegeben, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Demzufolge sind die beiden Wellenabschnitte zu einem einheitlichen Bauteil integriert. Die beiden Wellenabschnitte 22 werden durch die dritte und vierte Rolle 3 und 4 jeweils durch Lager 26 drehbar gelagert.

[0196] An einem der Halter ist eine Bohrung 73 an der ringförmigen Nut 24 ausgebildet, die senkrecht zu der An-

schlagfläche ist und tiefer als die ringförmige Nut 24. Ein Vorsprung 72 eines Drahtings eines Typs G ist in diese Bohrung 73 eingesetzt, um die Drehlage zu fixieren.

[0197] Fig. 21A und 21B sind Ansichten bezüglich eines dritten Beispiels des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 21A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist und Fig. 21B eine Seitenansicht ist, die einen zusammengebauten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt. Fig. 22 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 21A und 21B gezeigten dritten und vierten Rolle.

[0198] Ein Halter 20 besteht aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen im wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt. Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu koppeln, und eine gemeinsame Oberfläche dazwischen dient als eine Anschlagfläche 23, mit ringförmigen Nuten 24 an deren Außenumfangsoberfläche, die zu einem einzigen Stück bzw. durchgehend wird, wenn die Halter miteinander verbunden sind. Ein Drahting 25, der als ein Federelement dient, ist in die ringförmige Nut 24 eingesetzt, und der Nut 24 wird eine Elastizität in einer Richtung gegeben, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Demzufolge sind die beiden Wellenabschnitte zu einem einheitlichen Bauteil integriert. Die beiden Wellenabschnitte 22 werden durch die dritte und vierte Rolle 3 und 4 jeweils durch Lager 26 drehbar gelagert.

[0199] An einem der Halter ist eine Oberfläche 74 ausgebildet, die parallel zu der Anschlagfläche ist, und ein geradliniger Abschnitt 75 eines Drahtings eines Typs D ist an diese parallele Oberfläche 74 angelegt, um die Drehlage zu fixieren.

[0200] Fig. 23A und 23B sind Ansichten bezüglich eines vierten Beispiels des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 23A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist, und Fig. 23B eine Seitenansicht ist, die einen montierten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt. Fig. 24 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in Fig. 23A und 23B gezeigten dritten und vierten Rolle.

[0201] Ein Halter 20 besteht aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen im wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt. Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu koppeln, und eine gemeinsame Oberfläche dazwischen dient als eine Anschlagfläche 23, mit ringförmigen Nuten 24 an deren Außenumfangsoberfläche, die zu einem einzigen Stück bzw. durchgehend wird bzw. werden, wenn die Halter miteinander verbunden sind. Ein Drahting 25, der als ein Federelement dient, ist in die ringförmige Nut 24 eingesetzt, und der Nut 24 wird eine Elastizität in eine Richtung gegeben, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Demzufolge sind die beiden Wellenabschnitte zu einem einheitlichen Bauteil integriert. Die beiden Wellenabschnitte 22 werden durch die dritte und vierte Rolle 3 und 4 jeweils durch Lager 26 drehbar gelagert.

[0202] An einem der Halter ist eine Nut 76 an der ringförmigen Nut 24 ausgebildet, die rechtwinklig zu der ringförmigen Nut 24 ist und die tiefer als die ringförmige Nut 24 ist. Ein Vorsprung 77 eines Drahtings, der teilweise ver-

formt ist, ist in diese Nut 76 eingesetzt, um die Drehlage zu fixieren.

[0203] Fig. 25A und 25B sind Ansichten bezüglich eines fünften Beispiels des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 25A eine Explosionsquerschnittsansicht der dritten und vierten Rolle ist, und Fig. 25B eine Seitenansicht ist, die einen montierten Zustand der dritten und vierten Rolle zeigt. Fig. 26 ist eine perspektivische Explosionsansicht der in den Fig. 25A und 25B gezeigten dritten und vierten Rolle.

[0204] Ein Halter 20 besteht aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen im wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt. Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu koppeln, und eine gemeinsame Oberfläche dazwischen dient als eine Anschlagfläche 23, mit ringförmigen Nuten 24 an deren Außenumfangsoberflächen, die zu einer einzigen Nut werden, wenn die Halter miteinander verbunden sind. Ein Drahting 25, der als ein Federelement dient, ist in die ringförmige Nut 24 eingesetzt, und der Nut 24 wird eine Elastizität in eine Richtung gegeben, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Demzufolge sind die beiden Wellenabschnitte zu einem einzigen Bauteil integriert. Die beiden Wellenabschnitte 22 werden durch die dritte und vierte Rolle 3 und 4 jeweils durch Lager 26 drehbar gelagert.

[0205] An einem der Halter ist eine zu der ringförmigen Nut 24 rechtwinklige Nut 78 ausgebildet. Ein Vorsprung 79 eines Drahtings, der teilweise verformt ist, ist in diese Nut 78 eingesetzt, um die Drehlage zu fixieren.

[0206] Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem achten bis zehnten Ausführungsbeispiel möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments zu verhindern, indem die dritte und vierte Rolle daran gehindert werden, sich einander auf einen Wert kleiner als eine vorbestimmte Distanz dazwischen anzunähern, und indem eine anfängliche Anpreßlast vorgegeben wird, die zur Stabilisierung eines Anfangsbetriebs erforderlich ist.

#### Elftes Ausführungsbeispiel

[0207] Fig. 27A bis 27D sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einem elften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 27A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 27B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 27A ist, Fig. 27C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 27B ist, und Fig. 27D eine Querschnittsansicht entlang einer Linie d-d in Fig. 27B ist.

[0208] Das elfte Ausführungsbeispiel hat in bezug auf die Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, den Kontaktwinkel und den Reibungswinkel dieselbe Anordnung wie das erste Ausführungsbeispiel, wobei die Leerlaufrollen (die dritte und vierte Rolle) geringfügig angepreßt sind.

[0209] Wie in den Fig. 27A bis 27D gezeigt, wird eine Antriebswelle a drehbar durch ein Paar von Lagern 12 und 13 gelagert. In den Gehäusen 10 und 11 wird ferner eine Abtriebswelle b durch ein Paar von Lagern 14 und 15 drehbar gelagert. Man beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0210] Die dritte und vierte Rolle 3 und 4 sind jeweils mit Anpreßabschnitten versehen. Bei jedem dieser Anpreßab-



schnitte ist eine Rolle 21" drehbar am freien Ende eines schwenkbaren Arms 20" angeordnet, so daß die Rolle 21" mittels einer Feder 22" elastisch gegen die dritte und vierte Rolle 3 und 4 gedrückt wird, wobei eine geringe Anpreßkraft auf die dritte und vierte Rolle 3 und 4 zur Sicherung eines anfänglichen Kontaktes dazwischen ausgeübt wird.

[0211] Außerdem ist eine Stützrolle 30' vorgesehen, die zur Begrenzung der Verlagerung der dritten und vierten Rolle 3 und 4 auf einen vorbestimmten Betrag mit der dritten und vierten Rolle 3 und 4 in Kontakt gebracht wird. Diese Stützrolle 30' wird von dem Gehäuse durch ein Nadel-  
lager 31' gelagert.

[0212] Wie in den Fig. 28A bis 28C gezeigt, kann die Stützrolle 30' ein Rollenlager sein, bei dem der äußere Laufbereich als eine Kontaktoberfläche dient.

[0213] Wie oben beschrieben ist es gemäß dem elften Ausführungsbeispiel möglich, eine Beschädigung der Getriebepfade bzw. Übertragungswege, die durch ein übermäßiges Drehmoment hervorgerufen werden kann, durch Begrenzen der Auslenkung der dritten Rolle auf einen vorbestimmten Betrag zur Verhinderung eines Durchrutschens zu verhindern, und dadurch eine Drehmomentübertragung, die geringer ist als ein vorbestimmter Betrag, zu vermeiden.

[0214] Man beachte, daß das Reibrollengetriebe (drehzahlvermindernde Vorrichtung) gemäß der vorliegenden Erfindung z. B. bei einer elektrischen Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils verwendet werden kann.

[0215] Im folgenden wird unter Bezug auf Fig. 33 und die Fig. 34A und 34B das zwölfte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben, bei dem das oben beschriebene elfte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bei einer elektrischen Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils angewendet wird.

[0216] Fig. 33 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Teilanordnung einer Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils gemäß dem zwölften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 34A ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 33 zur Darstellung eines Teils des Reibrollengetriebes, das als drehzahlverlangsamendes Mittel dient, und Fig. 34B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie B-B in Fig. 34A.

[0217] In Fig. 33 ist die erste Rolle 1 in derselben axialen Linie wie eine Abtriebsdrehwelle eines Elektromotors 50, der als eine Elektromotoreinheit dient, an der Abtriebswelle 52 festgelegt.

[0218] Die zweite Rolle 2 ist fest an einer mutterförmigen Kugelumlaufspindelmutter 53 montiert oder ist einstückig mit dieser ausgebildet. Die Kugelumlaufspindelmutter 53 wird bezüglich der Gehäuse 10 und 11 durch Lager 58, 58 und 63 drehbar gelagert und ist auf eine Zahnstangenwelle 51 montiert oder umgibt die Zahnstangenwelle 51. An der Zahnstangenwelle 51 ist eine schraubenförmige Nut 51b gebildet, die mit einer schraubenförmigen Nut 53a der Kugelumlaufspindelmutter 53 über Kugeln 54 indirekt in Eingriff steht. Das heißt, daß die Kugelumlaufspindelmutter 53 und die Zahnstangenwelle 51 durch eine große Anzahl von sphärischen Kugeln 54, die drehbar in eine Mulde der schraubenförmigen Nut 51b und der schraubenförmigen Nut 53a eingepaßt sind, indirekt miteinander in Eingriff stehen, und daß die Kugelumlaufspindelmutter 53 über einem Teil der schraubenförmigen Nut 51b in deren axialer Richtung montiert ist. Die Kugelumlaufspindelmutter 53 und die Kugeln 54 bilden eine sogenannte Kugelumlaufspindel-Anordnung, die bekannt ist.

[0219] Außerdem ist eine Stützrolle 30' vorgesehen, die zur Begrenzung der Verlagerung der dritten und der vierten Rolle 3 und 4 auf einen vorbestimmten Betrag mit der dritten und vierten Rolle 3 und 4 in Kontakt gebracht wird.

Diese Stützrolle 30' kann z. B. ein Rollenlager sein, dessen äußerer Laufbereich als eine Kontaktoberfläche dient.

[0220] Wie oben beschrieben ist es gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel möglich, eine Beschädigung der Getriebepfade bzw. Übertragungswege, die durch ein übermäßiges Drehmoment hervorgerufen werden kann, durch Begrenzen der Auslenkung der dritten Rolle auf einen vorbestimmten Betrag zur Verhinderung eines Durchrutschens zu verhindern, und dadurch eine Drehmomentübertragung, die geringer ist als ein vorbestimmter Betrag, zu vermeiden.

[0221] Weil die dritte und vierte Rolle 3 und 4 in den Fig. 34A und 34B geringfügig angepreßt sind, sind in den jeweiligen Gehäusen 10 und 11 Stützglieder 40 angeordnet, und die dritte und vierte Rolle 3 und 4 werden jeweils durch an den Stützgliedern 40 vorgesehene Stützwellen 41 mittels Lagern 42 drehbar gelagert. Zusätzlich ist eine Feder 43 zur Einstellung der Positionen der Stützglieder 40 und der Stützwellen 41 vorgesehen, wobei eine geringe Anpreßkraft auf die dritte und vierte Rolle 3 und 4 zur Sicherstellung des anfänglichen Kontaktes ausgeübt wird.

[0222] Man beachte, daß der lineare Ausdehnungskoeffizient des Gehäusepaares 10 und 11 und der der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4 gleich groß festgelegt sind.

[0223] Wie oben beschrieben ist es auch bei dem zwölften Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist außerdem möglich, bei dem spielfreien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung), die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollen-Anpreßkraft entsprechend dem Übertragungsdrehmoment erzeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments zu minimieren. Es ist möglich, insbesondere in einem Bereich mit niedrigem Übertragungsdrehmoment die Effizienz zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

[0224] Der Elektromotor 50 enthält einen Stator (nicht dargestellt), einen Rotor, der eine drehbare Welle aufweist (nicht dargestellt), etc. und ist beim vorliegenden Ausführungsbeispiel in einer axialen Richtung angeordnet, die im wesentlichen parallel zu der Zahnstangenwelle 51 ist. Der Elektromotor 50 kann geeigneterweise auch schräg entsprechend einer räumlichen Bedingung seines Einbaus angeordnet werden. Ein Ende der Zahnstangenwelle 51 ist mit einer Spurstange 65 durch ein Universalgelenk 59 verbunden.

[0225] Im folgenden wird ein Betrieb der oben genannten Anordnung kurz beschrieben. Obwohl der Fahrer den Elektromotor 50 auf der Basis von Informationen einschließlich des auf die Lenkwelle anzuwendenden Drehmoments und der Geschwindigkeit des Automobils steuert, wird eine genaue Beschreibung einer Schaltung zu dieser Steuerungsbe-tätigung weggelassen, da sie nicht direkt auf die vorliegende Erfindung bezogen ist. Eine Steuerungseinheit steuert einen Abtrieb des Elektromotors 50, um eine geeignete Hilfskraft entsprechend dem ermittelten Drehmoment oder der Geschwindigkeit des Automobils zu erhalten.

[0226] Die Drehwelle des Elektromotors 50 und die Welle der ersten Rolle 1 sind miteinander gekoppelt. In diesem Fall wird eine Drehung der ersten Rolle 1 über die dritte Rolle 3, die vierte Rolle 4 und dann die zweite Rolle 2 auf die Kugelumlaufspindelmutter 53 übertragen, um dadurch die Kugelumlaufspindelmutter 53 zu drehen. Infolge dieser



Drehung wird die Zahnstangenwelle 51 in die beiden durch den Pfeil D gezeigten Richtungen verfahren. Dadurch werden lenkbare Räder gelenkt. In diesem Fall werden ein Drehmoment der Lenkwelle, das einer durch die Zahnstangenwelle 51 aufgenommenen Belastung entspricht, und die Geschwindigkeit des Automobils ermittelt, und der Abtrieb des Elektromotors 50 wird entsprechend diesen ermittelten Werten gesteuert, wobei eine elektrische Hilfskraft in geeigneter Weise einer manuellen Lenkkraft hinzugefügt wird.

[0227] Nun wird die Verlagerung bzw. Auslenkung der dritten und vierten Rolle 3 und 4 unter Bezug auf die Diagramme beschrieben, die Beziehungen betreffend das Antriebsdrehmoment, die Verlagerung der dritten und vierten Rolle und einen Kontaktwinkel zeigen.

[0228] Weil die dritte Rolle an die erste Rolle und die zweite Rolle angepreßt wird, bewirkt die Anpreßkraft eine Verlagerung der dritten Rolle in Richtung der Anpreßkraft um einen Betrag der elastischen Verformung der Rollen, der Gehäuse, der Lager zum Halten der Rollen, etc.

[0229] Eine Beziehung zwischen der Rollenverlagerung und dem Antriebsdrehmoment ist in Fig. 29 dargestellt. Man beachte, daß sich die Funktionskurve in Abhängigkeit von dem Rollendurchmesser, den Abmessungen der Rolle wie z. B. der Länge, den Materialien der Rollen und der Gehäuse, sowie der Steifigkeit der Lager verändert.

[0230] Wenn das Antriebsdrehmoment ansteigt, nimmt die Rollenauslenkung drastisch zu, was dadurch verursacht wird, daß der Kontaktwinkel der Rolle verringert wird infolge einer Abnahme eines Versatzes des Zentrums der dritten Rolle bezüglich der Linie, die das Zentrum der ersten Rolle mit dem der zweiten Rolle verbindet, so daß eine Komponente der Anpreßkraft in einer Richtung des Separierens der ersten Rolle von der zweiten Rolle drastisch vergrößert wird, wobei die Rollenverlagerung entsprechend dem Betrag der elastischen Verformung vergrößert wird.

[0231] Eine Relation zwischen dem Antriebsdrehmoment und dem Kontaktwinkel ist in Fig. 30 dargestellt.

[0232] Eine Anpreßkraft wird entsprechend dem Antriebsdrehmoment erzeugt. Allerdings ist die Zunahme der Anpreßkraft infolge des oben genannten Phänomens größer als die des Antriebsdrehmoments, so daß das übertragbare Drehmoment des Antriebsdrehmoments ausreichend größer ist als das Antriebsdrehmoment.

[0233] Fig. 31 zeigt eine Beziehung zwischen dem Antriebsdrehmoment und dem übertragbaren Drehmoment.

[0234] Fig. 32 zeigt eine Beziehung zwischen dem übertragbaren Drehmoment und einer Verlagerung der dritten Rolle.

[0235] Gemäß dem Diagramm in Fig. 32 ist das eine Kraftübertragung bewirkende Drehmoment als das übertragbare Drehmoment definiert, um eine Verlagerung der dritten Rolle zu dieser Zeit zu erzielen, und die Stützrolle wird zur Verhinderung einer weiteren Verlagerung der dritten Rolle bezüglich des Gehäuses an einer Position drehbar festgehalten, wodurch eine obere Grenze für das übertragbare Drehmoment festgelegt werden kann.

[0236] Wenn die dritte Rolle entsprechend dem Eingangsdrehmoment verlagert wird, wird sie an einer vorbestimmten Position mit der Stützrolle in Kontakt gebracht, dadurch wird ein weiteres Verlagern vermieden. Wenn das Eingangsdrehmoment weiter erhöht wird, wird eine Tangentialkraft zwischen der dritten Rolle und der ersten und der zweiten Rolle größer, so daß die Anpreßkraft vergrößert wird. Allerdings wird der Zuwachs der Anpreßkraft nach dem Kontakt durch die Stützrolle aufgenommen, so daß die Anpreßkraft zwischen der dritten Rolle und der ersten und der zweiten Rolle auf einem festen Niveau gehalten werden kann. Wenn das übertragbare Drehmoment ein vorbestimmtes Niveau

erreicht, beginnt ein Rutschen zwischen der dritten Rolle und der ersten und der zweiten Rolle, so daß ein Drehmoment, das nicht geringer ist als ein vorbestimmter Betrag, nicht übertragen werden kann.

[0237] Wie oben beschrieben ist es gemäß dem elften und zwölften Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung möglich, eine Beschädigung der Getriebepfade bzw. Übertragungswege, die durch ein übermäßiges Drehmoment hervorgerufen werden kann, durch Begrenzung der Auslenkung der dritten Rolle auf einen vorbestimmten Betrag zur Verhinderung eines Durchrutschens zu verhindern, und dadurch eine Drehmomentübertragung, die geringer ist als ein vorbestimmter Betrag, zu vermeiden.

#### Dreizehntes Ausführungsbeispiel

[0238] Fig. 35A bis 35C sind Ansichten eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem dreizehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 35A eine seitliche Querschnittsansicht des Getriebes ist, Fig. 35B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 35A ist, und Fig. 35C eine Querschnittsansicht entlang einer Linie c-c in Fig. 35B ist.

[0239] Fig. 36 ist eine Explosionsquerschnittsansicht des in den Fig. 35A bis 35C gezeigten Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung).

[0240] Fig. 37A ist eine ebene Querschnittsansicht des in Fig. 35A bis 35C gezeigten Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung), und Fig. 37B ist eine ebene Querschnittsansicht eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß einer Abwandlung davon.

[0241] Das dreizehnte Ausführungsbeispiel hat grundsätzlich hinsichtlich der Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, eines Kontaktwinkels und eines Reibungswinkels dieselbe Anordnung wie die vorhergehenden Ausführungsbeispiele.

[0242] Wie in den Fig. 35A bis 35C gezeigt, ist eine Baueinheit 11' in einem Gehäuserahmen 10' untergebracht, und eine Abdeckung 12' ist daran mit Hilfe eines Bolzens bzw. einer Schraube 13' angebracht. Der Gehäuserahmen 10' ist aus einem leichtgewichtigen Material, wie z. B. einer Aluminiumlegierung, gebildet und kann durch Spritzgießen oder dgl. geformt sein.

[0243] Man beachte, daß Dichtungsglieder 14' an einem Lagerbereich einer Abtriebswelle b des Gehäuserahmens 10' und an einem Lagerbereich einer Antriebswelle a der Abdeckung 12' vorgesehen sind. Wenn man ein Lager mit einer Dichtung benutzt, ist es möglich, den Gleitdurchmesser der Dichtung zu reduzieren, so daß eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments wegen der Reibung der Dichtung reduziert werden kann.

[0244] In der Baueinheit 11' sind Verbindungsplatten 16 zum Aneinanderkoppeln eines Paares von Lagern 15 vorgesehen, die die erste und die zweite Rolle 1 und 2 lagern. Diese Verbindungsplatten 16 sind aus einem Material gebildet, das im wesentlichen denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten wie die dritte und vierte Rolle 3 und 4 hat.

[0245] Die Oberflächen der Verbindungsplatten 16 können als Gleitflächen für die dritte und vierte Rolle 3 und 4 genutzt werden. Allerdings dienen in einem konventionellen Gehäuse eines integralen Typs die Bodenflächen von Einsteckbohrungen für die dritte und vierte Rolle 3 und 4 als Gleitflächen, was zu einem schwierigen Endbearbeitungsprozeß führt. Allerdings sind gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die zwei Verbindungsplatten 16 von einer einfachen flachen Gestalt, so daß der Endbearbeitungsprozeß der Gleitflächen leicht durchgeführt werden kann. Zudem können die Verbindungsplatten 16 durch Preßbearbei-

tung geformt werden, so daß der Endbearbeitungsprozeß selbst nicht mehr notwendig ist. Außerdem können die Verbindungsplatten, die dieselbe Gestalt haben, in einer einander gegenüberliegenden Anordnung genutzt werden, wodurch die Bearbeitungskosten reduziert werden.

[0246] Wie beschrieben, sind beim vorliegenden Ausführungsbeispiel die zwei Verbindungsplatten 16 zum Miteinander-Koppeln der ersten und der zweiten Rolle 1 und 2 an ihren beiden Enden mit Hilfe der Lager 15, und zwar als die zusammengebaute Baueinheit 11', aus einem Material gebildet, das im wesentlichen denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten wie die Rollen hat. Dann wird diese Baueinheit 11' in dem Gehäuserahmen 10' untergebracht, das aus einem leichtgewichtigen Material wie z. B. einer Aluminiumlegierung geformt ist, wodurch dessen Gewicht reduziert wird.

[0247] Außerdem sind, wie in Fig. 37A dargestellt, Einspritzlöcher 17 vorgesehen, durch die Schmieröl zu den Verbindungsplatten 16 eingespritzt wird. Oder es ist, wie in Fig. 37B dargestellt, ein Einspritzloch 17 vorgesehen, durch welches Schmieröl in den Gehäuserahmen 10' eingespritzt wird.

[0248] Weiter besteht, wie speziell in Fig. 37A dargestellt, ein Halter 20 aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen im wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt. Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu verbinden, und eine gemeinsame Oberfläche dazwischen dient als eine Anschlagfläche 23, mit ringförmigen Nuten 24 an deren Außenumfangsoberfläche, die zu einem einzigen Stück wird, wenn die Halter miteinander verbunden sind. Ein Drahttring 25, der als ein Federelement dient, ist in die ringförmige Nut 24 eingesetzt, und der Nut 24 wird eine Elastizität in eine Richtung gegeben, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Demzufolge sind die beiden Wellenabschnitte zu einem einheitlichen Bauteil integriert. Die beiden Wellenabschnitte 22 werden durch die dritte und vierte Rolle 3 und 4 jeweils durch Lager 26 drehbar gelagert.

[0249] Außerdem ist eine Stützrolle 30' vorgesehen, die zur Begrenzung des Verlagerens der dritten und vierten Rolle 3 und 4 auf einen vorbestimmten Betrag mit der dritten und vierten Rolle 3 und 4 in Kontakt gebracht wird. Diese Stützrolle 30' kann z. B. ein Rollenlager sein, bei dem der äußere Laufbereich als eine Kontaktoberfläche dient. Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel möglich, eine Beschädigung der Getriebepfade bzw. Übertragungswege, die durch ein übermäßiges Drehmoment hervorgerufen werden kann, durch Begrenzen der Auslenkung bzw. der Verlagerung der dritten und vierten Rollen 3 und 4 auf einen vorbestimmten Betrag zur Verhinderung eines Durchrutschens zu verhindern, und dadurch eine Drehmomentübertragung, die geringer ist als ein vorbestimmter Betrag, zu vermeiden.

[0250] Im folgenden wird unter Bezug auf die Fig. 38 und die Fig. 39A und 39B ein vierzehntes Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung beschrieben, bei dem das oben beschriebene dreizehnte Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung bei einer elektrischen Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils verwendet ist.

[0251] Fig. 38 ist eine Ansicht zur Darstellung einer Teilanordnung einer Servo-Lenkvorrichtung eines Automobils gemäß dem vierzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 39A ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie A-A in Fig. 38 zur Darstellung eines Teils des Reibrollengetriebes, das als ein rotationsverlangsamendes

Mittel dient, und Fig. 39B ist eine Querschnittsansicht entlang einer Linie B-B in Fig. 39A.

[0252] In Fig. 38 ist die erste Rolle 1 in derselben axialen Linie wie eine Abtriebsdrehwelle eines Elektromotors 50, der eine Elektromotoreinheit ist, an der Abtriebsdrehwelle 52 festgelegt.

[0253] Die zweite Rolle 2 ist fest an eine mutterförmige Kugelumlaufspindelmutter 53 montiert oder ist einstückig mit dieser ausgebildet. Die Kugelumlaufspindelmutter 53 wird bezüglich der Gehäuse 10 und 11 durch Lager 58, 58 und 15, 15 drehbar gehalten und ist auf eine Zahnstangenwelle 51 montiert oder umgibt die Zahnstangenwelle 51. An der Zahnstangenwelle 51 ist eine schraubenförmige Nut 51b gebildet, um mit einer schraubenförmigen Nut 53a der Kugelumlaufspindelmutter 53 über Kugeln 54 indirekt in Eingriff zu stehen. Das heißt, daß die Kugelumlaufspindelmutter 53 und die Zahnstangenwelle 51 durch eine große Zahl von sphärischen Kugeln 54, die drehbar in Mulden der schraubenförmigen Nut 53a und der schraubenförmigen Nut 51b eingepaßt sind, indirekt miteinander in Eingriff stehen, und daß die Kugelumlaufspindelmutter 53 über einen Teil der schraubenförmigen Nut 51b in deren axialen Richtung montiert ist. Die Kugelumlaufspindelmutter 53 und die Kugeln 54 bilden eine sogenannte Kugelumlaufspindel-Anordnung, die bekannt ist.

[0254] Wie bei dem in den Fig. 35A bis 35C und der Fig. 36 dargestellten Ausführungsbeispiel ist die Baueinheit 11' in dem Gehäuserahmen 10' untergebracht.

[0255] In der Baueinheit 11' sind zwei Verbindungsplatten 16 zum Aneinander-Koppeln eines Paares von Lagern 15 zum Lagern der ersten und der zweiten Rolle 1 und 2 vorgesehen. Diese Verbindungsplatten 16 sind aus einem Material gebildet, das im wesentlichen denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten wie die dritte und vierte Rolle 3 und 4 hat.

[0256] Die Oberflächen der Verbindungsplatten 16 können als Gleitflächen für die dritte und vierte Rolle 3 und 4 genutzt werden. Allerdings sind bei dem vorliegenden Ausführungsbeispiel die zwei Verbindungsplatten 16 von einer einfachen Plattengestalt, so daß der Endbearbeitungsprozeß der Gleitoberflächen leicht durchgeführt werden kann. Zudem können die Verbindungsplatten 16 durch Preßbearbeitung geformt werden, so daß der Endbearbeitungsprozeß selbst nicht mehr notwendig ist. Außerdem können die Verbindungsplatten, die dieselbe Gestalt aufweisen, in einer einander gegenüberliegenden Anordnung genutzt werden, wodurch die Bearbeitungskosten reduziert werden.

[0257] Wie beschrieben, sind beim vierzehnten Ausführungsbeispiel die zwei Verbindungsplatten 16 zum Aneinander-Koppeln der ersten und der zweiten Rolle 1 und 2 mit Hilfe der Lager 15 an deren beiden Enden als die zusammengebaute Baueinheit 11' aus einem Material gebildet, das im wesentlichen denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten wie die Rollen hat. Dann wird diese Baueinheit 11' in dem Gehäuserahmen 10' untergebracht, der aus einem leichtgewichtigen Material wie z. B. einer Aluminiumlegierung geformt ist, wodurch dessen Gewicht reduziert wird.

[0258] Außerdem besteht, wie speziell in Fig. 39B dargestellt, ein Halter 20 aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen stufenförmigen Querschnitt. Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu koppeln, und eine gemeinsame Oberfläche dazwischen dient als eine Anschlagfläche 23 mit ringförmigen Nuten 24 an deren Außenumfangsoberfläche, die zu einem einzigen Stück werden, wenn

die Halter miteinander verbunden sind. Ein Drahting 25, der als ein Federelement dient, ist in die ringförmige Nut 24 eingesetzt, und der Nut 24 wird eine Elastizität in eine Richtung gegeben, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Demzufolge sind die beiden Wellenabschnitte zu einem einheitlichen Bauteil integriert. Die beiden Wellenabschnitte 22 werden durch die dritte und vierte Rolle 3 und 4 jeweils durch Lager 26 drehbar gelagert.

[0259] Außerdem ist eine Stützrolle 30' vorgesehen, die zur Begrenzung der Verlagerung der dritten und vierten Rolle 3 und 4 auf einen vorbestimmten Betrag mit der dritten und vierten Rolle 3 und 4 in Kontakt gebracht wird. Diese Stützrolle 30' kann ein Wälzlager sein, bei dem der äußere Laufbereich bzw. -ring als eine Kontaktoberfläche dient. Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem vorliegenden Ausführungsbeispiel möglich, eine Beschädigung der Getriebepfade bzw. Übertragungswege, die durch ein übermäßiges Drehmoment hervorgerufen werden kann, durch Begrenzen der Verlagerung der dritten und vierten Rolle 3 und 4 auf einen vorbestimmten Betrag zur Verhinderung eines Durchrutschens dieser Rollen 3 und 4 zu verhindern, wodurch eine Drehmomentübertragung vermieden wird, die geringer ist als ein vorbestimmter Betrag.

[0260] Wie oben beschrieben ist es auch bei dem vierzehnten Ausführungsbeispiel möglich, einen Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der dritten Rolle 3 und weiter zu der zweiten Rolle 2 zu bilden und einen weiteren Übertragungsweg von der ersten Rolle 1 zu der vierten Rolle 4 und weiter zu der zweiten Rolle 2. Es ist außerdem möglich, bei dem spielfreien Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) die Drehrichtung umzukehren. Weil die Rollenanpreßkraft entsprechend dem Übertragungs-drehmoment erzeugt wird, ist es zudem möglich, eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments zu minimieren. Es ist möglich, die Effizienz insbesondere in einem Bereich mit niedrigem Übertragungs-drehmoment zu verbessern. Weil die Rollen zur Kraftübertragung für jede Drehrichtung eingerichtet sind und miteinander jederzeit in Kontakt sind, kann zusätzlich die Drehmomentübertragung ohne eine Verzögerung oder ein Zusammenstoß-Geräusch durchgeführt werden, auch wenn die Drehrichtung umgekehrt wird.

[0261] Der Elektromotor 50 enthält einen Stator (nicht dargestellt), einen Rotor, der eine drehbare Welle aufweist (nicht dargestellt), etc. und ist im Falle des vierzehnten Ausführungsbeispiels in einer axialen Richtung angeordnet, die im wesentlichen parallel zu der Zahnstangenwelle 51 ist. Der Elektromotor 50 kann geeigneterweise auch schräg entsprechend einer räumlichen Bedingung seines Einbaus angeordnet werden. Ein Ende der Zahnstangenwelle 51 ist mit einer Spurstange 65 durch ein Kugelgelenk 59' verbunden.

[0262] Eine Zahnstange (nicht dargestellt) ist an einem Teil der Zahnstangenwelle 51 ausgebildet. Diese Zahnstange ist fest auf bzw. zu einer Ritzelwelle (nicht dargestellt) montiert, die mit dem unteren Endbereich einer mit einem Lenkrad (nicht dargestellt) verbundenen Lenkwelle (nicht dargestellt) verbunden ist und mit einem Ritzel (nicht dargestellt) in Eingriff steht, das innerhalb eines Zahnradgetriebegehäuses (nicht dargestellt) angeordnet ist. Die Lenkwelle und die Ritzelwelle bilden eine Drehwelleneinrichtung, während die Zahnstange bzw. das Ritzel eine Zahnstangen-Ritzeleinrichtung bilden. Die Zahnstangen-Ritzeleinrichtung selbst ist als ein Glied zum Steuern bekannt, um die Drehwelleneinrichtung und die Zahnstangenwelle 51 miteinander zu verbinden.

[0263] Im folgenden wird kurz ein Betrieb der oben genannten Anordnung beschrieben. Obwohl der Fahrer den Elektromotor 50 auf der Basis von Informationen einschließlich des auf die Lenkwelle anzuwendenden Drehmo-

ments und der Geschwindigkeit des Automobils steuert, wird eine genaue Beschreibung einer Schaltung zu dieser Steuerungsbetätigung weggelassen, weil sie nicht direkt auf die vorliegende Erfindung bezogen ist. Eine Steuerungseinheit steuert einen Abtrieb des Elektromotors 50, um eine geeignete Hilfskraft entsprechend dem ermittelten Drehmoment oder der Geschwindigkeit des Automobils zu erhalten.

[0264] Die Drehwelle des Elektromotors 50 und die Welle der ersten Rolle 1 sind miteinander gekoppelt. In diesem Fall wird eine Drehung der ersten Rolle 1 über die dritte Rolle 3, die vierte Rolle 4 und dann die zweite Rolle 2 auf die Kugelumlaufspindelmutter 53 übertragen, um dadurch die Kugelumlaufspindelmutter 53 zu drehen. Infolge dieser Drehung wird die Zahnstangenwelle 51 in die beiden durch den Pfeil D gezeigten Richtungen verfahren. Dadurch werden lenkbare Räder gelenkt. In diesem Fall werden ein Drehmoment der Lenkwelle, das einer durch die Zahnstangenwelle 51 aufgenommenen Belastung entspricht, und die Geschwindigkeit des Automobils ermittelt, und der Abtrieb des Elektromotors 50 wird entsprechend diesen ermittelten Werten gesteuert, wobei eine elektrische Hilfskraft in geeigneter Weise einer manuellen Lenkkraft hinzugefügt wird.

[0265] Weil die zwei Verbindungsplatten zum jeweiligen Aneinander-Koppeln der Lager zum drehbaren Lagern der ersten Rolle und der zweiten Rolle an den beiden Endbereichen der beiden Rollen aus dem Material bestehen, das im wesentlichen denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten hat wie das der Rollen, ist es, wie oben beschrieben, gemäß dem dreizehnten und vierzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung möglich, die Gehäuse aus einem Material, das ein leichteres Gewicht hat, zu bilden, und dadurch das Gesamtgewicht des Getriebes zu reduzieren.

#### Fünfzehntes Ausführungsbeispiel

[0266] Das fünfzehnte Ausführungsbeispiel dient zum Konkretisieren der oben beschriebenen Grundanordnung, und hat in bezug auf die Anordnung der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, den Kontaktwinkel und den Reibungswinkel dieselbe Anordnung wie die Grundanordnung der vorangehenden Ausführungsbeispiele.

[0267] Wie in Fig. 40A gezeigt, ist eine Baueinheit 11' in einem Gehäuserahmen 10' untergebracht, und eine Abdeckung 12' ist daran mit Hilfe von Bolzen 13' angebracht. Der Gehäuserahmen 10' ist aus leichtgewichtigen Material wie z. B. einer Aluminiumlegierung gebildet und kann durch Spritzgießen oder dgl. geformt sein.

[0268] Man beachte, daß Dichtungsglieder 14' an einem Lagerbereich einer Abtriebswelle b in dem Gehäuserahmen 10' und an einem Lagerbereich einer Antriebswelle a in der Abdeckung 12' vorgesehen sind. Es ist möglich, den Gleitdurchmesser der Dichtung zu reduzieren, verglichen mit dem Fall, bei dem ein Lager mit einer Dichtung verwendet wird, so daß eine Zunahme des Arbeitsdrehmoments wegen der Reibung der Dichtung reduziert werden kann.

[0269] Die Baueinheit 11' ist mit zwei Verbindungsplatten 16, 16 versehen, die jeweils ein Paar von Kugellagern 15, 15 zum Halten der ersten und zweiten Rolle 1 und 2 miteinander koppeln. Diese Verbindungsplatten 16 sind aus einem Material gebildet, das im wesentlichen denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten hat wie die dritte und vierte Rolle 3 und 4.

[0270] Die Oberflächen der Verbindungsplatten 16, 16 können auch als Gleitflächen für die dritte und vierte Rolle 3 und 4 genutzt werden. Allerdings nehmen die zwei Verbindungsplatten 16, 16 einfache flache Gestalten an, so daß der Endbearbeitungsprozeß der Gleitflächen leicht ausgeführt werden kann. Zudem können die Verbindungsplatten durch

Preßbearbeitung aus einem Plattenmaterial gebildet werden, wobei in diesem Fall der Endbearbeitungsprozeß selbst nicht notwendig ist. Außerdem können die Verbindungsplatten, die dieselbe Gestalt aufweisen, in einer einander gegenüberliegenden Anordnung genutzt werden, wodurch die Bearbeitungskosten verringert werden.

[0271] Wie beschrieben, sind die zwei Verbindungsplatten 16, 16 zum Auseinander-Koppeln der ersten und der zweiten Rolle 1 und 2 mit Hilfe der Lager 15, 15 an deren beiden Enden als die zusammengebaute Baueinheit 11' aus einem Material gebildet, das im wesentlichen denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten wie die Rollen aufweist. Dann wird diese Baueinheit 11' in dem Gehäuserahmen 10' untergebracht, der aus einem leichtgewichtigen Material, wie z. B. einer Aluminiumlegierung, geformt ist. Somit kann das Gewicht des gesamten Aufbaus reduziert werden.

[0272] Weiterhin besteht ein Halter 20 aus einem Flanschabschnitt 21 und einem Wellenabschnitt 22. Der Flanschabschnitt 21 und der Wellenabschnitt 22 sind um einen vorbestimmten Betrag zueinander exzentrisch, und der Flanschabschnitt 21 hat einen im wesentlichen halbkreisförmigen Querschnitt. Es ist möglich, die Halter 20 durch Anordnung von deren Wellenabschnitten 22 in entgegengesetzter Richtung miteinander zu verbinden und Verbindungsflächen dazwischen so anzuordnen, daß sie als Anschlagoberflächen 23 dienen, mit ringförmigen Nuten 24 an deren Außenumfangsoberflächen, die durchgehend werden, wenn die Halter miteinander verbunden sind. Ein Drahting 25, der als ein Federelement dient, ist in die ringförmigen Nuten 24 eingesetzt, und man erhält eine Elastizität in einer Richtung, in der die beiden Wellenabschnitte 22 nahe beieinander sind. Die dritte und vierte Rolle 3 und 4 werden jeweils durch die Wellenabschnitte 22 der Halter 20 drehbar gelagert.

[0273] Außerdem sind Stützrollen 30' vorgesehen, die mit der dritten und vierten Rolle 3 und 4 jeweils zur Beschränkung der Verlagerung der dritten und vierten Rolle 3 und 4 auf einen vorbestimmten Betrag in Kontakt gelangen. Die Stützrollen 30' können z. B. ein Wälzlager sein, bei dem der äußere Laufbereich als eine Kontaktoberfläche dient. Wie beschrieben, ist es möglich, eine Beschädigung eines Getriebepfades bzw. Übertragungswegs, die durch ein übermäßiges Drehmoment hervorgerufen werden kann, durch Begrenzen der Verlagerung der dritten und vierten Rolle 3 und 4 auf einen vorbestimmten Betrag zu vermeiden, um ein Durchrutschen dieser Rollen 3 und 4 zu verhindern und dadurch eine Drehmomentübertragung, die ein vorbestimmtes Niveau überschreitet.

#### Sechzehntes Ausführungsbeispiel

[0274] Die Fig. 41A und 41B sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem sechzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 41A eine teilweise geschnittene Seitenansicht davon ist, und Fig. 41B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 41A ist.

[0275] Bei dem sechzehnten Ausführungsbeispiel sind die jeweiligen Paare von Lagern 15, 15 zum Lagern der ersten und zweiten Rolle 1 und 2 Nadellager. Die weiteren Anordnungen und Betriebsweisen sind dieselben wie diejenigen des obigen fünfzehnten Ausführungsbeispiels.

#### Siebzehntes Ausführungsbeispiel

[0276] Fig. 42 ist eine Querschnittsansicht eines Abschnittes, der die dritte und vierte Rolle beinhaltet, des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem siebzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Er-

findung. Fig. 43 ist eine perspektivische Explosionsansicht von Verbindungsplatten und einem Stützlager in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem siebzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0277] Die Bolzen bzw. Schrauben 31", 31" sind durch die Verbindungsplatten 16, 16 durchgesteckt, um mit diesen in Schraub-Eingriff zu stehen. Die Bolzen 31", 31" sind durch zylindrische Abstandshalter 32', 32' durchgesteckt, und an den zylindrischen Abstandshaltern 32', 32' sind jeweils Flansche 33, 33 ausgebildet. An den seitlichen Oberflächen der Flansche 33, 33 sind die oben beschriebenen Stützlager 30', 30' vorgesehen. In Fig. 43 ist lediglich ein Satz von Stützlager 30', Bolzen 31" und zylindrischem Abstandshalter 32' dargestellt.

[0278] Bei dem siebzehnten Ausführungsbeispiel sind die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von deren Endoberfläche an der Seite der Flansche 33, 33 her eingesteckt.

[0279] Der Abstand zwischen den zwei Verbindungsplatten 16, 16 wird durch die Endoberflächen der Flansche 33, 33 der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' und den Endoberflächen an den entgegengesetzten Seiten der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' auf einen vorbestimmten Wert festgelegt.

#### Achtzehntes Ausführungsbeispiel

[0280] Fig. 44 ist eine Querschnittsansicht eines Abschnittes, der die dritte und vierte Rolle beinhaltet, des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem achtzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 45 ist eine perspektivische Explosionsansicht von Verbindungsplatten und einem Stützlager in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem achtzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0281] Bei dem oben beschriebenen siebzehnten Ausführungsbeispiel sind die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von deren Endoberflächen an der Seite der Flansche 33, 33 her eingesteckt. In Fig. 45 ist lediglich ein Satz von Stützlager 30', Bolzen 31" und zylindrischem Abstandshalter 32' dargestellt.

[0282] Im Gegensatz dazu sind bei dem achtzehnten Ausführungsbeispiel die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von den Endoberflächen an den entgegengesetzten Seiten her eingesteckt. Die weiteren Anordnungen und Betriebsweisen sind dieselben wie beim siebzehnten Ausführungsbeispiel.

#### Neunzehntes Ausführungsbeispiel

[0283] Fig. 46 ist eine Querschnittsansicht eines Abschnittes, der die dritte und vierte Rolle beinhaltet, des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem neunzehnten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 47 ist eine perspektivische Explosionsansicht von Verbindungsplatten und einer Stützrolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem neunzehnten Ausführungsbeispiel der Erfindung.

[0284] Die Bolzen 31", 31" sind durch die Verbindungsplatten 16, 16 durchgesteckt, um mit diesen in Schraub-Eingriff zu stehen. Die Bolzen 31", 31" sind durch zylindrische Abstandshalter 32', 32' gesteckt, und die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' sind jeweils mit im Durchmesser vergrößerten Abschnitten 34, 34 versehen. An den seitlichen Oberflächen der im Durchmesser vergrößerten Abschnitte 34, 34 sind die oben beschriebenen Stützlager 30', 30' vorge-

sehen. In Fig. 47 ist lediglich ein Satz von Stützlager 30', Bolzen 31" und zylindrischem Abstandshalter 32' dargestellt.

[0285] Bei dem neunzehnten Ausführungsbeispiel sind die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von deren Endoberflächen an den Seiten der im Durchmesser vergrößerten Abschnitte 34, 34 her durchgesteckt.

[0286] Der Abstand zwischen den beiden Verbindungsplatten 16, 16 ist durch die Endoberflächen der im Durchmesser vergrößerten Abschnitte 34, 34 der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' und den Endoberflächen an den entgegengesetzten Seiten der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' auf einen vorbestimmten Wert festgelegt.

#### Zwanzigstes Ausführungsbeispiel

[0287] Fig. 48 ist eine Querschnittsansicht eines Abschnittes, der die dritte und vierte Rolle beinhaltet, des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 49 ist eine perspektivische Explosionsansicht von Verbindungsplatten und einem Stützlager in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem zwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0288] Bei dem oben beschriebenen neunzehnten Ausführungsbeispiel sind die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von deren Endoberflächen an den Seiten der im Durchmesser vergrößerten Abschnitte 34, 34 durchgesteckt.

[0289] Im Gegensatz dazu sind die Bolzen 31", 31" bei dem zwanzigsten Ausführungsbeispiel durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von den Endoberflächen an den entgegengesetzten Seiten her durchgesteckt. Weitere Anordnungen und Betriebsweisen sind dieselben wie beim obigen neunzehnten Ausführungsbeispiel. In Fig. 49 ist lediglich ein Satz von Stützlager 30', Bolzen 31" und zylindrischem Abstandshalter 32' dargestellt.

#### 21. Ausführungsbeispiel

[0290] Fig. 50 ist eine Querschnittsansicht eines Abschnittes, der die dritte und vierte Rolle beinhaltet, des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem einundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0291] Fig. 51 ist eine perspektivische Explosionsansicht von Verbindungsplatten und einer Stützrolle in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem einundzwanzigsten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0292] Ein Paar von Bolzen 31", 31" sind durch die Verbindungsplatten 16, 16 durchgesteckt, um mit diesen in Schraub-Eingriff zu stehen. Die Bolzen 31", 31" sind durch zylindrische Abstandsstücke 32', 32' durchgesteckt, und die zylindrischen Abstandsstücke 32', 32' sind jeweils mit Unterlegscheiben 35, 35 versehen. An den Seitenflächen der Unterlegscheiben 35, 35 sind die oben beschriebenen Stützlager 30', 30' vorgesehen.

[0293] Bei dem einundzwanzigsten Ausführungsbeispiel sind die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von deren Endoberflächen an den Seiten der Unterlegscheiben 35, 35 her durchgesteckt.

[0294] Der Abstand zwischen den zwei Verbindungsplatten 16, 16 wird durch die Endoberflächen der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' und die gegenüberliegenden Endoberflächen der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' an den ent-

gegengesetzten Seiten der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' auf einen vorbestimmten Wert festgelegt. In Fig. 51 ist lediglich ein Satz von Stützlager 30', Bolzen 31", zylindrischem Abstandshalter 32' und Unterlegscheibe 35 dargestellt.

#### 22. Ausführungsbeispiel

[0295] Fig. 52 ist eine Querschnittsansicht eines Abschnittes, der die dritte und vierte Rolle des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) beinhaltet, gemäß dem 22. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 53 ist eine perspektivische Explosionsansicht von Verbindungsplatten und einem Stützlager in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem 22. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0296] Bei dem oben beschriebenen 21. Ausführungsbeispiel sind die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von deren Endoberflächen an der Seite der Unterlegscheiben 35, 35 her durchgesteckt.

[0297] Im Gegensatz dazu sind die Bolzen 31", 31" bei dem 22. Ausführungsbeispiel durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von den Endoberflächen an den entgegengesetzten Seiten her durchgesteckt. Die anderen Anordnungen und Betriebsweisen sind dieselben wie bei dem obigen 21. Ausführungsbeispiel. In Fig. 53 ist lediglich ein Satz von Stützlager 30', Bolzen 31", zylindrischem Abstandshalter 32' und Unterlegscheibe 35 dargestellt.

#### 23. Ausführungsbeispiel

[0298] Fig. 54 ist eine Querschnittsansicht eines Abschnittes, der die dritte und vierte Rolle beinhaltet, des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem 23. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 55 ist eine perspektivische Explosionsansicht von Verbindungsplatten und einem Stützlager in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem 23. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0299] Ein Paar von Bolzen 31", 31" sind jeweils durch Verbindungsplatten 16, 16 durchgesteckt, um mit diesen in Schraubeingriff zu stehen. Die Bolzen 31", 31" sind durch zylindrische Abstandshalter 32', 32' durchgesteckt und die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' sind jeweils mit ringförmigen Nuten 36, 36 versehen. E-Typ-Sprengringe 37, 37 sind jeweils in die ringförmigen Nuten 36, 36 eingesetzt. An den Seitenflächen der E-Typ-Sprengringe 37, 37 sind die oben beschriebenen Stützlager 30', 30' vorgesehen.

[0300] Bei dem 23. Ausführungsbeispiel sind die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandshalter 32', 32' von deren Endoberflächen an den Seiten der E-Typ-Sprengringe 37, 37 her durchgesteckt.

[0301] Der Abstand zwischen den zwei Verbindungsplatten 16, 16 wird durch die Endoberflächen der E-Typ-Sprengringe 37, 37 der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' und die Endoberflächen an den entgegengesetzten Seiten der zylindrischen Abstandshalter 32', 32' auf einen vorbestimmten Wert festgelegt. In Fig. 57 ist lediglich ein Satz von Stützlager 30', Bolzen 31", zylindrischem Abstandshalter 32' und E-Typ-Sprengring 37 dargestellt.

#### 24. Ausführungsbeispiel

[0302] Fig. 56 ist eine Querschnittsansicht eines Abschnittes, der die dritte und vierte Rolle beinhaltet, des Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem 24. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Fig. 57 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Ver-

bindungsplatte und eines Stützlagers in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem 24. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0303] In dem oben beschriebenen 23. Ausführungsbeispiel sind die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandhalter 32', 32' von deren Endoberflächen an den Seiten der E-Typ-Sprengringe 37, 37 her durchgesteckt.

[0304] Im Gegensatz dazu sind bei diesem 24. Ausführungsbeispiel die Bolzen 31", 31" durch die zylindrischen Abstandhalter 32', 32' von den Endoberflächen an den entgegengesetzten Seiten her durchgesteckt. Die anderen Anordnungen und Betriebsweisen sind dieselben wie bei dem obigen 23. Ausführungsbeispiel. In Fig. 57 ist lediglich ein Satz von Stützrolle 30', Bolzen 31", Abstandhalter 32' und E-Typ-Sprengring 37 dargestellt.

#### 25. Ausführungsbeispiel

[0305] Die Fig. 58A und 58B sind Ansichten zur Darstellung eines Reibrollengetriebes (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem 25. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 58A eine teilweise geschnittene Seitenansicht ist und

[0306] Fig. 58B eine Querschnittsansicht entlang einer Linie b-b in Fig. 58A ist. Fig. 59 ist eine perspektivische Explosionsansicht von Verbindungsplatten und einem Stützlager in dem Reibrollengetriebe (drehzahlreduzierende Vorrichtung) gemäß dem 25. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0307] Bei dem 25. Ausführungsbeispiel sind Bolzen bzw. Schrauben 40', 40' zum Einbau bzw. zur Montage der zwei Verbindungsplatten 16, 16 jeweils durch die zylindrischen Abstandhalter 41', 41' durchgesteckt.

[0308] Der Abstand zwischen den beiden Verbindungsplatten 16, 16 wird durch die Endoberflächen der zylindrischen Abstandhalter 41', 41' und durch die gegenüberliegenden Endoberflächen der zylindrischen Abstandhalter 41', 41' auf einen vorbestimmten Wert festgelegt.

[0309] Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem 15. bis 25. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung möglich, den Abstand zwischen den zwei Verbindungsplatten, die jeweils die Lager zum drehbaren Lagern der ersten Rolle und der zweiten Rolle an den beiden Endbereichen dieser zwei Rollen miteinander koppeln, auf einen gewünschten Wert festzulegen.

#### 26. Ausführungsbeispiel

[0310] Fig. 60 ist eine Längs-Querschnittsansicht einer Lenksäule für ein Automobil gemäß dem 26. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0311] Innerhalb einer Lenksäule 31"" wird am oberen Ende eine Lenkwelle 32" an der Oberseite drehbar gelagert, und eine Zwischenwelle 33' ist am unteren Ende mit der Welle 32" verbunden. Weiter ist eine Lenkwelle 34' am unteren Ende mit der Zwischenwelle 33' verbunden.

[0312] Die Welle 34' ist am unteren Ende mit einem Keilnutmontageabschnitt 35' versehen und die zweite Rolle 2 des Reibrollengetriebes 40" steht unter Ausnutzung des Keileffekts mit dem Keilnutmontageabschnitt 35' in Keilnuteingriff.

[0313] Das Reibrollengetriebe 40" ist mit dem Motor 41" verbunden und hat zur Konkretisierung der Grundkonfiguration der vorangegangenen Ausführungsbeispiele als eine drehzahlreduzierende Vorrichtung eines Aktuators in Bezug auf die Lage der ersten bis vierten Rolle 1 bis 4, den Kontaktwinkel und den Reibungswinkel dieselbe Anordnung wie die Grundkonfiguration der vorhergehenden Ausführungsbeispiele.

rungsbeispiele.

[0314] Die zweite Rolle (Abtriebsrolle) 2 ist hohl ausgebildet. Wenn sie an der Lenksäule 31"" angebracht ist, wird diese zweite Rolle 2 drehfest bezüglich der Lenkwelle 34' durch den Keilnutmontageabschnitt 35 gehalten, d. h. die Lenkwelle 34' wird durch die Rotation der zweiten Rolle 2 gedreht.

[0315] Bei dieser Anordnung kann ein Reibrollengetriebe (Aktuator) 40" später an der Lenksäule 31"" angebracht werden, wenn diese bereits in einem Zustand ist, daß sie ihre eigentlichen Funktionen selbst erfüllen kann. Wenn die drehzahlreduzierende Vorrichtung nicht notwendig ist, kann die obige Lenksäule als eine gewöhnliche Lenksäule 31"" ohne die drehzahlreduzierende Vorrichtung verwendet werden. Die Rolle 2 kann einstückig mit der Lenksäule 31"" durch Preßfixieren verbunden sein (ohne, daß sie anbringbar oder lösbar ist).

#### 27. Ausführungsbeispiel

[0316] Fig. 61A ist ein Längs-Querschnitt einer Lenksäule für ein Automobil gemäß dem 27. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0317] Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein Toleranzring-Montageabschnitt bzw. Paßabschnitt 36' anstelle des Keilnutmontagebereichs 35' verwendet.

[0318] Die zweite Rolle (Abtriebsrolle) 2 ist hohl ausgebildet.

[0319] Wenn sie an der Lenksäule 31"" angeordnet ist, wird diese zweite Rolle durch den Toleranzring 36' bezüglich der Lenkwelle 34' drehfest gehalten, d. h., die Lenkwelle 34' wird durch die Drehung der zweiten Rolle 2 gedreht.

[0320] Bei dieser Anordnung kann das Reibrollengetriebe (Aktuator) 40" später an die Lenksäule 31"" angebracht werden, wenn diese bereits in einem Zustand ist, daß sie ihre eigentlichen Funktionen erfüllen kann. Wenn die drehzahlreduzierende Vorrichtung nicht notwendig ist, kann die Lenksäule als gewöhnliche Lenksäule 31"" ohne diese drehzahlreduzierende Vorrichtung genutzt werden. Der Toleranzring kann einstückig mit der Lenksäule 31"" durch Pressfixieren verbunden sein (ohne, daß er anbringbar oder lösbar ist).

#### 28. Ausführungsbeispiel

[0321] Fig. 61B ist eine Längs-Querschnittsansicht einer Lenksäule für ein Automobil gemäß dem 28. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung.

[0322] Bei dem 28. Ausführungsbeispiel wird anstelle des Keilnutmontagebereichs ein Keil-Verbindungsbereich 37' verwendet. Die zweite Rolle (Abtriebsrolle) 2 ist hohl ausgebildet.

[0323] Wenn sie an der Lenksäule 31"" angeordnet ist, wird die zweite Rolle in Bezug auf die Lenkwelle 34' durch den Keil-Verbindungsbereich 37' drehfest gehalten, d. h. die Lenkwelle 34' wird durch die Rotation der zweiten Rolle 2 gedreht. Bei dieser Anordnung kann das Reibrollengetriebe (Aktuator) 40" später an der Lenksäule 31"" angebracht werden, wenn diese bereits in einem Zustand ist, daß sie ihre eigentlichen Funktionen erfüllen kann. Wenn der Abschnitt mit der drehzahlreduzierenden Vorrichtung nicht notwendig ist, kann die obige Lenksäule als eine gewöhnliche Lenksäule 31"" ohne die drehzahlreduzierende Vorrichtung genutzt werden. Das Getriebe 40" kann einstückig mit der Lenksäule 31"" durch Preßfixieren verbunden sein (ohne daß es anbringbar oder lösbar ist).



## 29. Ausführungsbeispiel

[0324] Fig. 62 ist eine perspektivische Explosionsansicht einer Lenksäule für ein Automobil gemäß dem 29. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung. Bei dem 29. Ausführungsbeispiel wird anstelle des Keilnutmontagebereichs 35' ein Kerbzahnmontagebereich 38' verwendet.

[0325] Die zweite Rolle (Abtriebsrolle) 2' ist hohl ausgebildet.

[0326] Wenn sie an der Lenksäule 31''' angebracht ist, wird diese zweite Rolle durch den Kerbzahnmontagebereich 38' bezüglich der Lenkwelle 34' drehfest zurückgehalten, d. h., die Lenkwelle 34' wird durch die Drehung der zweiten Rolle 2' gedreht.

[0327] Bei dieser Anordnung kann das Reibrollengetriebe (Aktuator) 40'' später an der Lenksäule 31''' angebracht werden, wenn diese bereits in einem Zustand ist, daß sie ihre eigentliche Funktion erfüllen kann. Wenn der Abschnitt mit der drehzahlreduzierenden Vorrichtung nicht notwendig ist, kann die obige Lenksäule als eine gewöhnliche Lenksäule 31''' ohne die drehzahlreduzierende Vorrichtung genutzt werden. Der Kerbzahnmontagebereich kann einstückig mit der Lenksäule 31''' durch Preßfixieren verbunden sein (ohne, daß er anbringbar oder lösbar ist).

## 30. Ausführungsbeispiel

[0328] Die Fig. 63A bis 63D sind Ansichten zur Darstellung einer Lenksäule für ein Automobil gemäß dem 30. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung, wobei Fig. 63A eine Vorderansicht ist, Fig. 63B eine Längs-Querschnittsansicht ist, Fig. 63C eine teilweise geschnittene rückseitige Ansicht ist und Fig. 63D eine Längs-Querschnittsansicht der Lenksäule ist.

[0329] Wie beispielsweise aus der japanischen Patentanmeldung, Offenlegungsnummer 2001-138 933 ersichtlich, entsteht bei einem herkömmlichen Zahngetriebeantrieb, der ein Schneckengetriebe oder dergleichen nutzt, ein Problem hinsichtlich der Performance, wenn nicht das Spiel bzw. Zahnspiel in einem vorbestimmten Bereich gehalten wird.

[0330] Wenn das Spiel z. B. ein vorbestimmtes Niveau überschreitet, kann eine Schneckenwelle, die in Drehrichtung zusammen mit dem Motor 41' gedreht wird, wegen einer unregelmäßigen, von der Reifenseite her angewendeten Rückstellkraft nicht folgen, wobei ein gegen Zähne stoßendes Geräusch (Rasseln) erzeugt wird, ein für das Ohr des Fahrers unangenehmes Geräusch. Wenn das Spiel groß ist, unterstellt man zudem ein Problem der Steuerungsverzögerung.

[0331] Wenn andererseits das Spiel unter ein vorbestimmtes Niveau fällt, werden ein Arbeitsdrehmoment und eine Schwankungsbreite des Arbeitsdrehmoments vergrößert, weil die zahnkämmenden Teile gegeneinander ankämpfen, wodurch nachteilige Einflüsse auf ein Lenkgefühl erzeugt werden.

[0332] Ein Schneckengetriebe wird zum Aufbringen eines Drehmoments auf eine solche Lenksäule verwendet, und ein Schneckenrad ist oft aus Nylonkunstharz gefertigt, um ein niedrigeres Arbeitsgeräusch, ein leichtgängiges Kamm-Verhalten und eine Selbstschmierungsfähigkeit zu erzielen. Wenn allerdings ein Kunstharzmaterial verwendet wird, werden die Abmessungen des Zahnrades bzw. des Getriebes bei Feuchtigkeitsabsorption vergrößert, wodurch das Spiel unterdrückt wird. Aus diesem Grund ist es notwendig, das Schneckengetriebe unter der Annahme eines ziemlich großen Spiels zusammenzubauen. Zusätzlich erlaubt ein Kunstharzmaterial einen Abrieb an einer Zahnoberfläche während des Betriebs und wenn dieser Abrieb ein übermäßiges Ni-

vau erreicht, wird das Zahnspiel so groß, daß das Rasseln erzeugt wird.

[0333] Wenn dieser Zahnrad-Antrieb zu einem Rollen-Antrieb gemäß diesem 30. Ausführungsbeispiel modifiziert wird, wird ein Spiel eliminiert, so daß man sich die Schwierigkeit der üblichen Spielkontrolle bei der Montage erspart.

[0334] Weil außerdem bei dem Schneckengetriebe ein Rutschen bzw. Schlupf an einer Zahnoberfläche davon unvermeidbar ist, neigt ein Drehmomentverlust dazu, größer zu werden. Diese Tendenz ist auffällig, wenn die drehzahlreduzierende Vorrichtung eine große Baugröße besitzt. Es gibt eine drehzahlreduzierende Vorrichtung eines Planetenrollentyps, die den Rollenantrieb wie beim vorliegenden Aufbau nutzt, die allerdings einen größeren Drehmomentverlust mit sich bringt, weil eine Planetenrolle in einem Preßkontakt-Zustand zwischen die äußere Umfangsfläche einer Sonnenwelle und die Innenumfangsfläche der äußeren hohlen Rolle durch Schrumpfmontage bzw. -passung zwischengeschaltet ist.

[0335] Im Gegensatz dazu wird bei der Anordnung des 30. Ausführungsbeispiels auf die dritte und vierte Rolle 3 und 4 in einem Zustand, in dem kein Drehmoment im Aktuator erzeugt wird, keine Keilwirkung auf die dritte und vierte Rolle 3 und 4 ausgeübt, so daß ein Drehmomentverlust in der drehzahlreduzierenden Vorrichtung äußerst gering ist. Folglich kann in diesem Fall ein exzellentes Lenkgefühl erzielt werden.

## 31. Ausführungsbeispiel

[0336] Die Fig. 64a und 64b sind schematische Ansichten, die jeweils eine Beziehung zwischen dem Abstand zwischen den Wellen und einem Übersetzungsverhältnis zeigen.

[0337] Für das Schneckengetriebe wird dessen Modul auf der Grundlage der benötigten Intensität bzw. Belastung ermittelt, und der Durchmesser eines Zahnrades wird auf der Basis der Abstände zwischen der Antriebs- und der Abtriebswelle und einem Grad der Drehzahlreduktion ermittelt, was zu einem geringeren Freiheitsgrad beim Layout führt. Allerdings kann in diesem Fall ein Abstand durch Verändern der Anzahl von Zähnen des Schneckengetriebes ein wenig reduziert werden. Wenn ein Gerad-Stirnrad oder ein Schräg-Stirnrad verwendet wird, wird der Durchmesser eines Abtriebszahnades allmählich größer, wenn das Übersetzungsverhältnis größer ist, was einen Einfluß auf die äußeren Abmessungen der drehzahlreduzierenden Vorrichtungen hat. Demzufolge wird erwartet, daß das Layout nicht beeinflußt werden kann.

[0338] Weil bei der Anordnung des 31. Ausführungsbeispiels eine Rolle aus Metall verwendet wird, ist es möglich, denselben Intensitätsgrad mit einem kleineren Abstand in reduzierter Abmessung zu erhalten, verglichen mit einem Fall, bei dem ein Kunstharz-Zahnrad verwendet wird.

[0339] Außerdem wird es möglich, wie in Fig. 64A dargestellt, den Abstand zwischen den Wellen durch die Verwendung einer Mitläuferrolle ohne Veränderung des Maßstabs bzw. Umfangs der Antriebs- und der Abtriebsrolle zu korrigieren, auch unter der Bedingung, daß der Grad der Drehzahlreduktion fest ist. Demzufolge werden die äußeren Abmessungen nicht extrem groß.

[0340] Es wird, wie in Fig. 64B dargestellt, möglich, den Grad bzw. das Verhältnis der Drehzahlreduktion durch Ändern des äußeren Durchmessers der Mitläuferrolle ohne Veränderung des Abstandes zwischen den Wellen zu verändern, was in einem höheren Freiheitsgrad beim Layout resultiert.



## 32. Ausführungsbeispiel

[0341] Für eine Lenkunterstützungsfunktion für den Fahrer, wie z. B. einen Spurhalteaktuator, ist es wünschenswert, aus Sicherheitsgründen die Erzeugung eines Drehmoments innerhalb eines Bereichs zu halten, der die Lenkkraft des Fahrers nicht übersteigt.

[0342] Der Aufbau des 32. Ausführungsbeispiels ist so angeordnet, daß ein Drehmoment, abhängig von einer Position, an der die Stützrollen angeordnet sind, ein vorbestimmtes Niveau nicht überschreitet, so daß die obige Funktion ohne zusätzliches Teil, wie z. B. eine Kupplung, erfüllt werden kann. Weil diese Funktion der Drehmomentbegrenzung dient, kann eine Beschädigung von jedem Teil der drehzahlreduzierenden Vorrichtung wie z. B. einem Lager, verhindert werden.

[0343] Wie aus den japanischen Patentanmeldungen mit den Offenlegungsnummern 2001-114118 oder Nr. 2001-130426 ersichtlich, wird bei einer lenkreaktionserzeugenden SBW-Vorrichtung (Steer-by-Wire) hauptsächlich ein Schneckengetriebe-Antrieb, der einen Elektromotor nutzt, verwendet, und ein Ziel einer solchen Anordnung ist es, dem Fahrer ein angenehmes Gefühl zu geben, als ob die Lenkreaktion von einem Sensor für eine Fahrzeuggeschwindigkeit, einen Lenkwinkel, einen Motorstrom, etc. ermittelt worden wäre, die Reaktion wird der Lenkbetätigung des Fahrers hinzugefügt, und das Lenkrad und die lenkbaren Räder des Fahrzeugs sind mechanisch miteinander gekoppelt. Weil allerdings das Schneckengetriebe infolge der Erzeugung der Reaktion betätigt wird, kann in Abhängigkeit von einer Schwankung des Arbeitsdrehmoments ein ungünstiger Einfluß auf das Lenkgefühl ausgeübt werden.

[0344] Es ist möglich, durch Verwendung eines Reibantriebs mit einem Reibrollengetriebe, das den Keileffekt wie der obige Antrieb nutzt, jederzeit ein leichtgängiges Lenkgefühl zu erzielen, wobei das Getriebe die Drehmoment-schwankung des Rollenantriebs auf ein Minimum reduzieren kann.

[0345] Wie oben beschrieben, ist es gemäß dem 26. bis 32. Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung möglich, eine Lenksäule für ein Automobil bereitzustellen, die mit einem Reibrollengetriebe versehen ist, das den Keileffekt nutzt und als drehzahlreduzierende Vorrichtung eines Aktuators dient.

## Patentansprüche

1. Reibrollengetriebe, **dadurch gekennzeichnet**, daß eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;  
eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten und der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet; und  
ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird.
2. Reibrollengetriebe nach Anspruch 1, wobei eine Welle der ersten Rolle und eine Welle der zweiten

Rolle parallel zueinander sind.

3. Reibrollengetriebe nach Anspruch 1, wobei der Durchmesser der dritten Rolle und der Durchmesser der vierten Rolle größer sind als der kürzeste Abstand zwischen den Außenumfangsflächen der ersten Rolle und der zweiten Rolle.

4. Reibrollengetriebe nach Anspruch 1, wobei ein Reibabschnitt an jeder Rolle außenseitig daran angeordnet ist.

5. Reibrollengetriebe nach Anspruch 1, wobei der Reibabschnitt der ersten oder der zweiten Rolle innen-seitig daran angeordnet ist.

6. Elektrische Servo-Lenkvorrichtung, gekennzeichnet durch Verwenden des Reibrollengetriebes nach einem der Ansprüche 1 bis 3.

7. Reibrollengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei der lineare Ausdehnungskoeffizient eines Gehäuses gleich ist wie der jeder Rolle.

8. Reibrollengetriebe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, wobei die erste und die zweite Rolle sowohl bei Vorwärts- als auch bei Rückwärtsrotation verwendet werden, indem die dritte und vierte Rolle sich daran überlappen.

9. Reibrollengetriebe, dadurch gekennzeichnet, daß: eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet;

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird; und

das Getriebe ferner enthält:

ein Glied zum drehbaren Lagern der dritten Rolle;  
ein Glied zum drehbaren Lagern der vierten Rolle; und  
ein elastisches Glied zum Anlegen einer Elastizität in einer Richtung, in der die beiden Glieder nahe beieinander sind, und zum Verbinden dieser miteinander, wobei ein axialer Abstand zwischen der dritten und der vierten Rolle nicht geringer ist als ein vorbestimmter Abstand.

10. Reibrollengetriebe nach Anspruch 9, wobei ein axialer Abstand zwischen der dritten Rolle und der vierten Rolle im Anfangszustand, bei dem keine elastische Verformung erzeugt wird, größer ist als ein axialer Abstand zwischen der dritten Rolle und der vierten Rolle bei der Übertragung des Drehmoments.

11. Reibrollengetriebe nach Anspruch 9, wobei eine Öl zurückhaltende Nut (Labyrinth-Nut) an dem Wellenabschnitt des Halters vorgesehen ist.

12. Reibrollengetriebe nach Anspruch 9, wobei zwischen der Rolle und dem Wellenabschnitt ein Lager angeordnet ist.

13. Elektrische Servo-Lenkvorrichtung, enthaltend: das Reibrollengetriebe nach einem der Ansprüche 9 bis 12;

einen Elektromotor zur Abgabe einer Drehbewegung an die erste Rolle;

eine Kugelumlaufspindelmutter, die sich infolge einer Drehung der zweiten Rolle dreht; und eine zum Kugelumlaufspindel-Koppeln mit der Kugelumlaufspindelmutter vorgesehene Spindel, die zum Steuern lenkbarer Räder bei einer Drehung der Kugelumlaufspindelmutter linear vor und zurück bewegt wird.

14. Reibrollengetriebe nach Anspruch 9, wobei eine Bohrung oder eine Nut oder eine Abflachung an einer ringförmigen Nut gebildet ist, in die das elastische Glied eines Glieds zum drehbaren Lagern der dritten und vierten Rolle eingesetzt ist, und wobei das elastische Glied, das zu einem G-Typ oder einem D-Typ gehört oder das teilweise verformt ist, in die Bohrung oder die Nut oder die Abflachung eingesetzt ist, wodurch die Drehlage des elastischen Gliedes fixiert wird.

15. Reibrollengetriebe, dadurch gekennzeichnet, daß: eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet;

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird; und

eine Stützrolle bzw. Rückhalterolle vorgesehen ist, die dafür vorgesehen ist, mit der dritten und vierten Rolle in Kontakt gebracht zu werden, und zwar zur Begrenzung der Verlagerung dieser Rollen auf einen vorbestimmten Betrag.

16. Reibrollengetriebe nach Anspruch 15, wobei die Stützrolle drehbar an dem Gehäuse angebracht ist.

17. Reibrollengetriebe nach Anspruch 15, wobei die Stützrolle ein Wälzlager ist, bei dem der äußere Laufbereich bzw. Laufring als eine Kontaktfläche dient.

18. Elektrische Servo-Lenkvorrichtung, enthaltend: das Reibrollengetriebe nach einem der Ansprüche 15 bis 17;

einen Elektromotor zur Abgabe einer Drehbewegung an die erste Rolle;

eine Kugelumlaufspindelmutter, die sich infolge einer Drehung der zweiten Rolle dreht; und

eine zum Kugelumlaufspindel-Koppeln mit der Kugelumlaufspindelmutter vorgesehene Spindel, die zum Steuern lenkbarer Räder bei einer Drehung der Kugelumlaufspindelmutter linear vor und zurück bewegt wird.

19. Reibrollengetriebe, dadurch gekennzeichnet, daß: eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet;

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird;

zwei Verbindungsplatten zum Koppeln von Lagern zum drehbaren Lagern der ersten Rolle und der zweiten Rolle an den beiden Endbereichen der beiden Rollen aneinander, aus einem Material geformt sind, das denselben linearen Ausdehnungskoeffizienten hat wie das der Rollen.

20. Reibrollengetriebe nach Anspruch 19, wobei in dem Gehäuse eine Baueinheit untergebracht ist, die die Rollen an den Verbindungsplatten hält.

21. Reibrollengetriebe nach Anspruch 19, wobei das Gehäuse, das die Baueinheit enthält, aus einem leichteren Material gebildet ist als das der Baueinheit.

22. Reibrollengetriebe nach Anspruch 19, wobei ein Lager zwischen der Rolle und dem Wellenabschnitt angeordnet ist.

23. Reibrollengetriebe nach Anspruch 19, wobei Dichtungsglieder zwischen dem Gehäuse und der Antriebs- und der Abtriebswelle vorgesehen sind.

24. Reibrollengetriebe nach Anspruch 19, wobei ein Schmieröl-Einspritzloch an einem abzudichtenden Teil von Verbindungsplatte oder Gehäuse vorgesehen ist.

25. Elektrische Servo-Lenkvorrichtung, enthaltend: das Reibrollengetriebe nach einem der Ansprüche 19 bis 24;

einen Elektromotor zur Abgabe einer Drehbewegung an die erste Rolle;

eine Kugelumlaufspindelmutter, die sich infolge einer Drehung der zweiten Rolle dreht; und

eine zum Kugelumlaufspindel-Koppeln mit der Kugelumlaufspindelmutter vorgesehene Spindel, die zum Steuern lenkbarer Räder bei einer Drehung der Kugelumlaufspindelmutter linear vor und zurück bewegt wird.

26. Reibrollengetriebe, dadurch gekennzeichnet, daß: eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die in einer solchen Art voneinander beabstandet sind, daß die beiden Rollen nicht miteinander in Kontakt gebracht sind;

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle und das der zweiten Rolle verbindet;

ein Winkel, der durch eine tangentielle Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentielle Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird; und

weiterhin Einstellglieder zum Einstellen des Abstandes zwischen Verbindungsplatten zum jeweiligen Koppeln von zwei Lagern auf einen gewünschten Wert vorgesehen sind, die die erste Rolle und die zweite Rolle an den beiden Endbereichen der beiden Rollen drehbar lagern.

27. Reibrollengetriebe nach Anspruch 26, wobei die Einstellglieder zylindrische Abstandshalter sind, durch

die hindurch Bolzen, an denen Stützlager bzw. Rückhaltelager angebracht sind, eingeführt sind.

28. Reibrollengetriebe nach Anspruch 26, wobei die Einstellglieder zylindrische Abstandshalter sind, durch die hindurch Bolzen eingeführt sind, wobei die zwei Verbindungsplatten daran angebracht sind. 5

29. Lenksäule für ein Automobil, die mit einem Reibrollengetriebe als eine drehzahlreduzierende Vorrichtung eines Aktuators versehen ist, dadurch gekennzeichnet, daß: 10

das Reibrollengetriebe dazu ausgelegt ist, Antriebsleistung durch Verwendung von mindestens zwei Rollen zu übertragen.

30. Lenksäule für ein Automobil, die mit einem Reibrollengetriebe versehen ist, das einen Keileffekt nutzt und das als eine drehzahlreduzierende Vorrichtung eines Aktuators dient, wobei: 15

das Reibrollengetriebe dadurch gekennzeichnet ist, daß:

eine erste Rolle und eine zweite Rolle um zwei Wellen angeordnet sind, die voneinander parallel beabstandet sind, in einer solchen Art, daß die beiden Rollen nicht in Kontakt gebracht sind; 20

eine dritte Rolle und eine vierte Rolle, die sowohl mit der ersten als auch der zweiten Rolle in Kontakt gebracht sind, zwischen der ersten Rolle und der zweiten Rolle sowie an gegenüberliegenden Seiten einer Linie angeordnet sind, die das Zentrum der ersten Rolle mit dem der zweiten Rolle verbindet; und 25

ein Winkel, der durch eine tangential Linie zwischen der ersten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) und eine tangentialen Linie zwischen der zweiten Rolle und der dritten Rolle (oder der vierten Rolle) gebildet ist, auf einen Wert zweimal so groß oder kleiner als ein Reibungswinkel festgelegt ist, der aus einem Reibungskoeffizienten zwischen den jeweiligen Rollen erhalten wird. 30

31. Lenksäule für ein Automobil nach Anspruch 30, wobei eine Abtriebsrolle eine hohle Struktur aufweist, die zur Drehmomentübertragung mit einer Lenkwelle in der Lage ist, wobei die Struktur hinterher an die Lenksäule angebracht werden kann. 40

32. Lenksäule für ein Automobil nach Anspruch 30, wobei das Reibrollengetriebe dazu geeignet ist, als ein Aktuator zum Übertragen eines Lenkwinkels oder eines Lenk-Drehmoments auf die Lenksäule zu dienen. 45

---

Hierzu 64 Seite(n) Zeichnungen

---

50

55

60

65

- Leerseite -

FIG. 2A

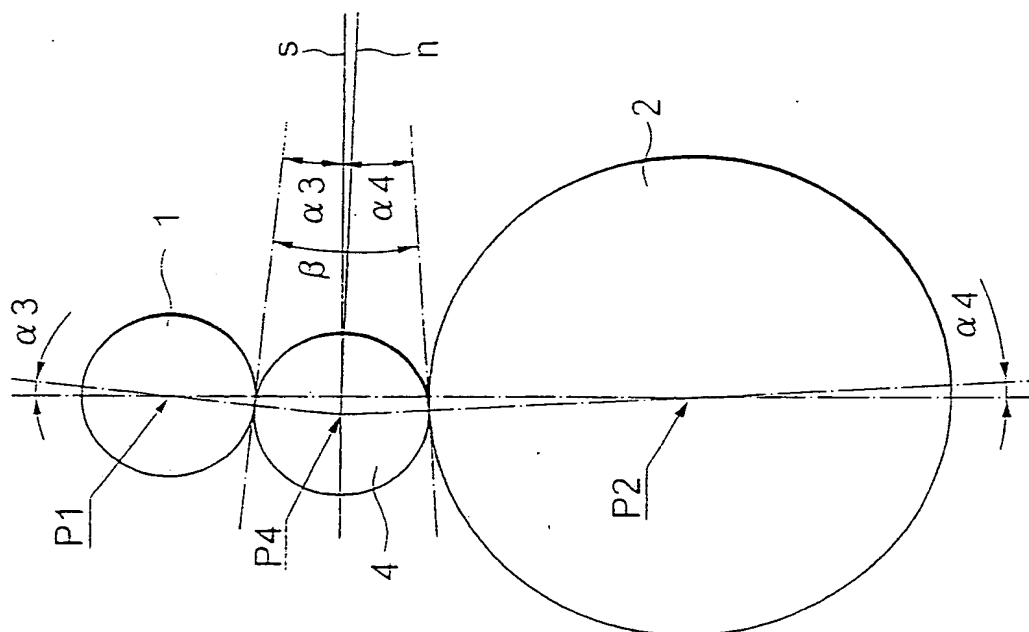


FIG. 2B

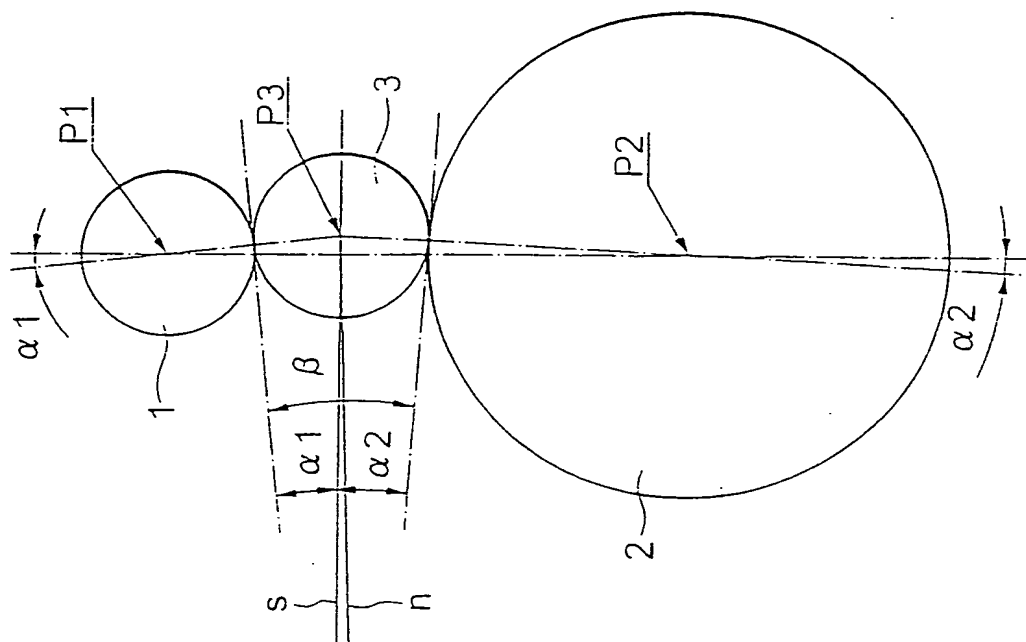


FIG. 3A

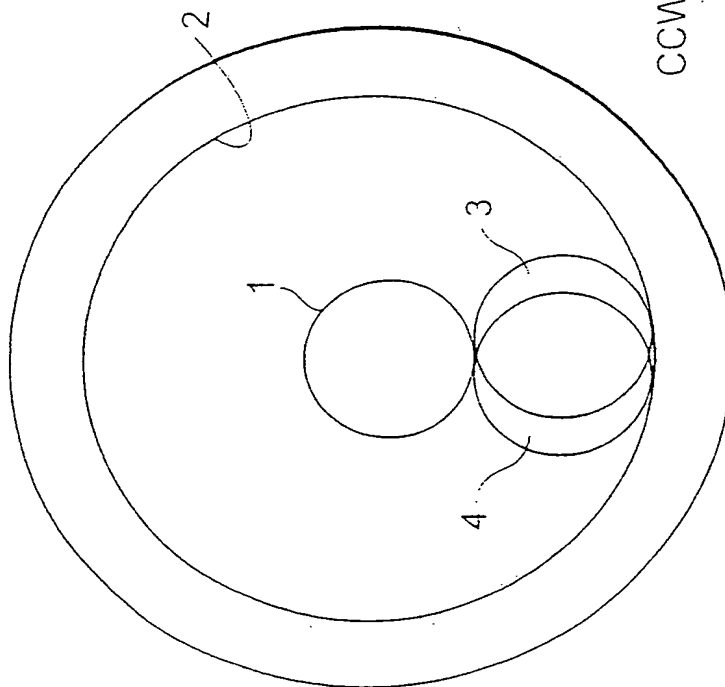


FIG. 3B

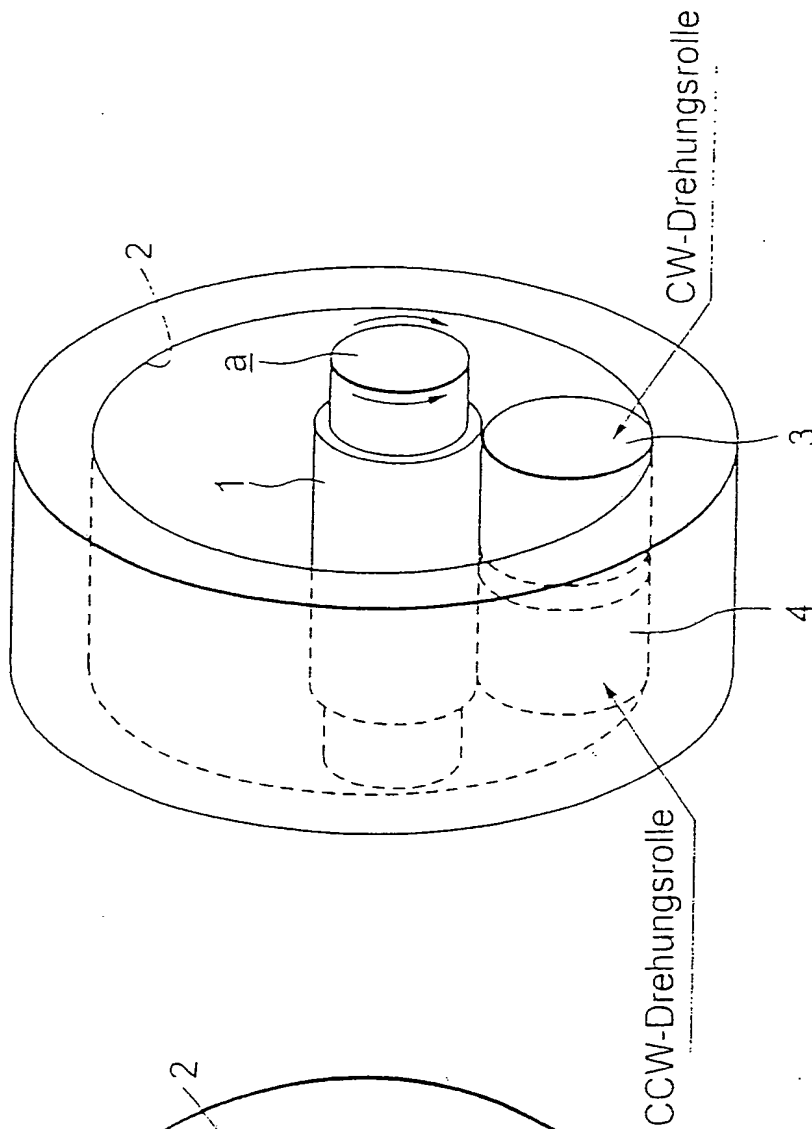


FIG. 4B

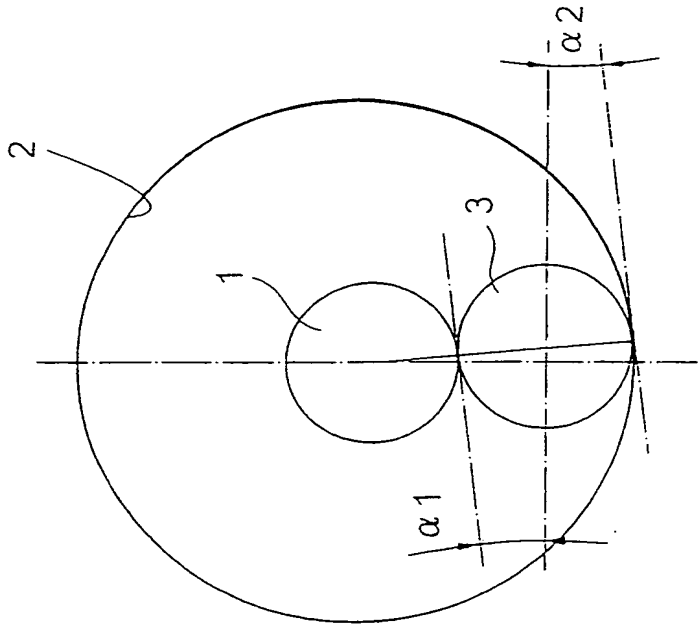


FIG. 4A

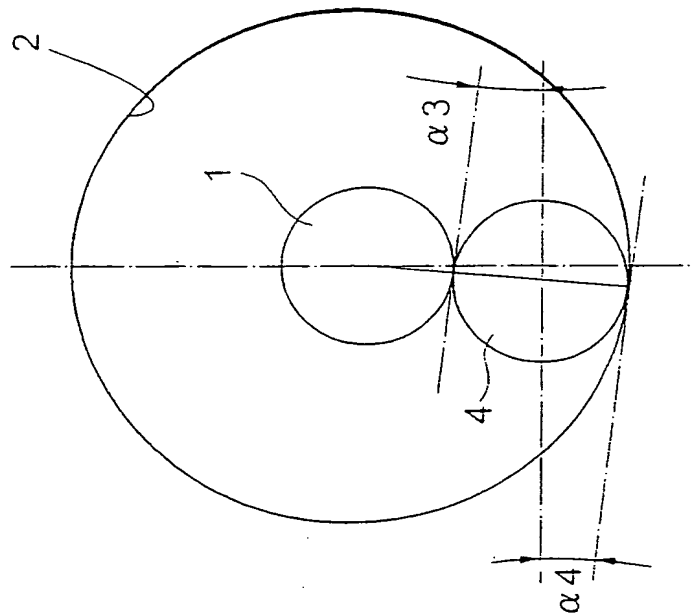




FIG. 5A

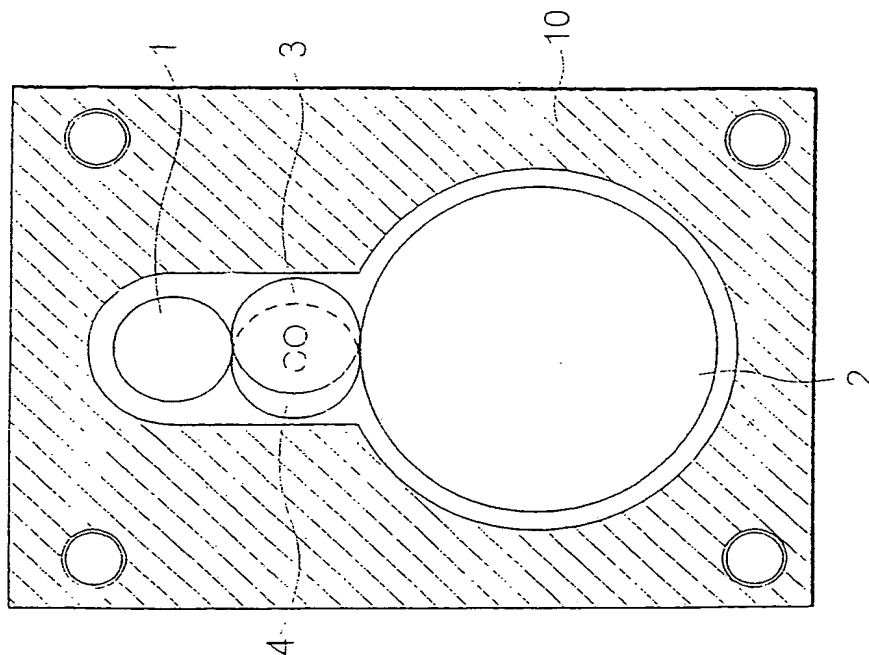


FIG. 5B

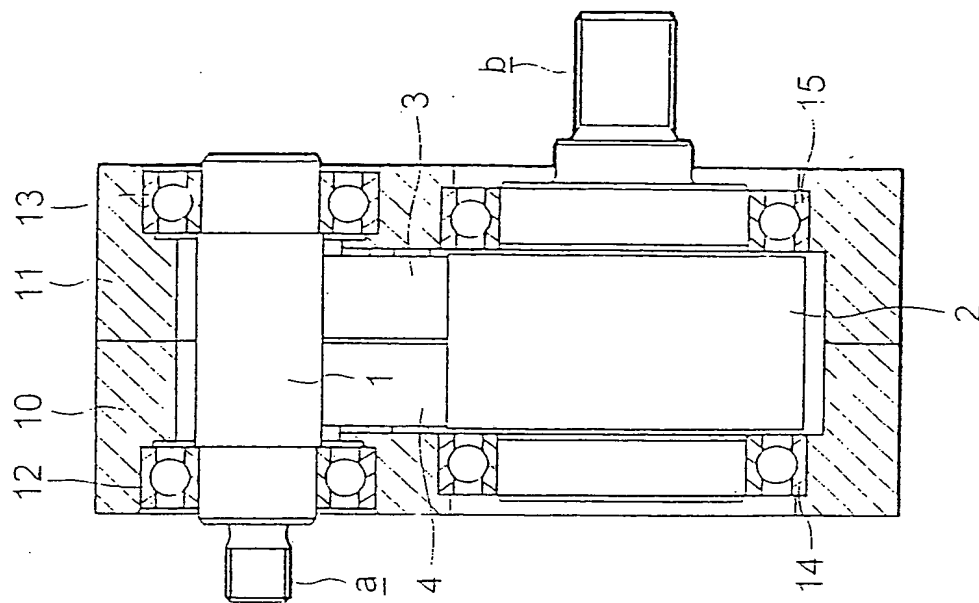


FIG. 6C

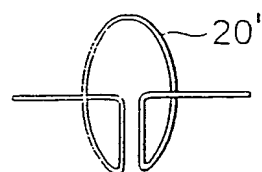
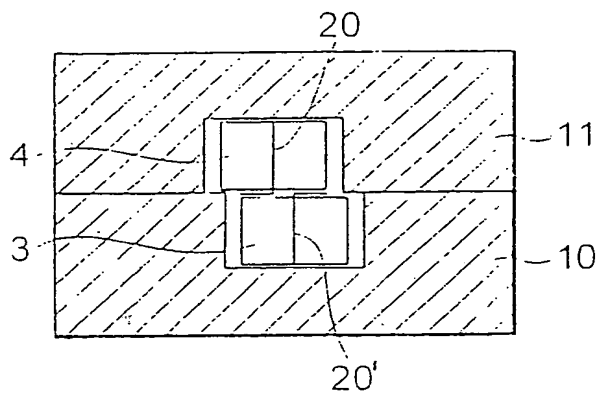


FIG. 6D

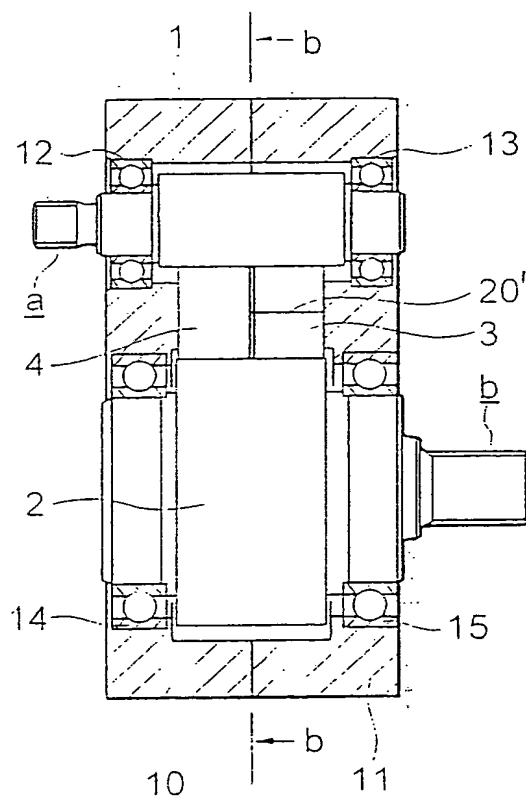
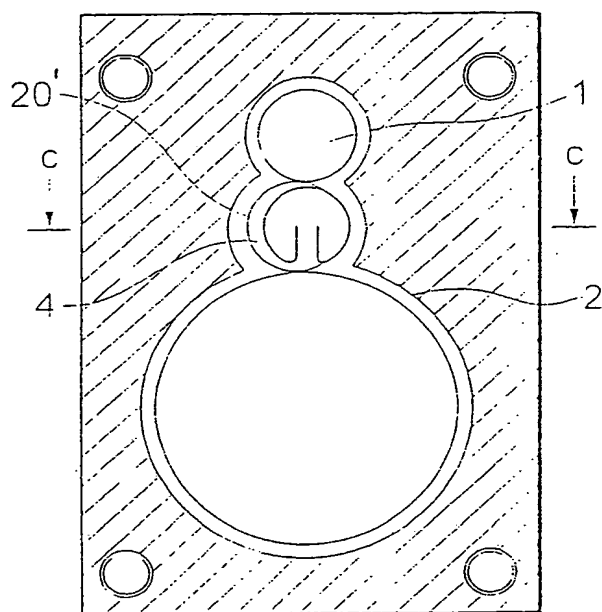


FIG. 6B

FIG. 6A

FIG. 7A

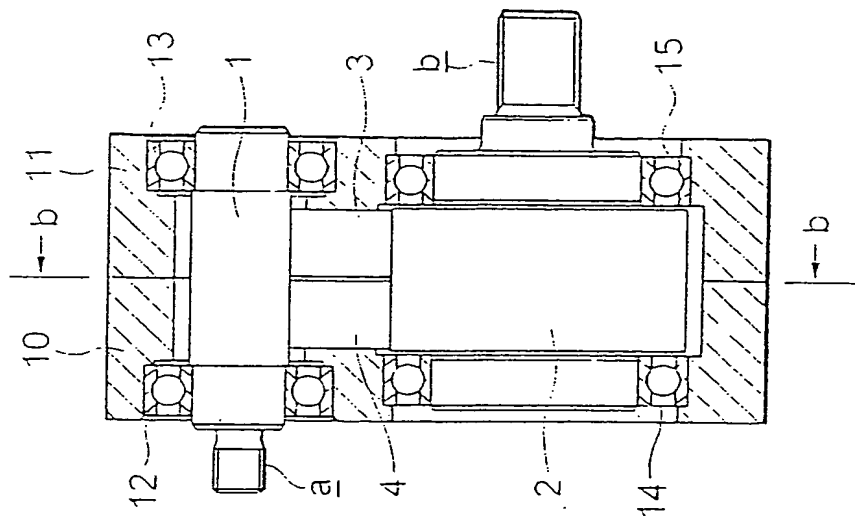


FIG. 7C

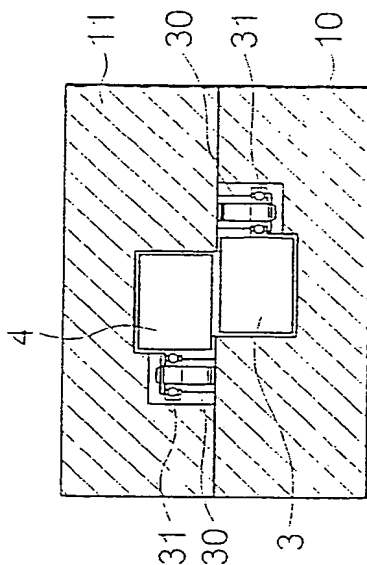


FIG. 7D

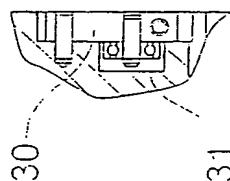


FIG. 7B

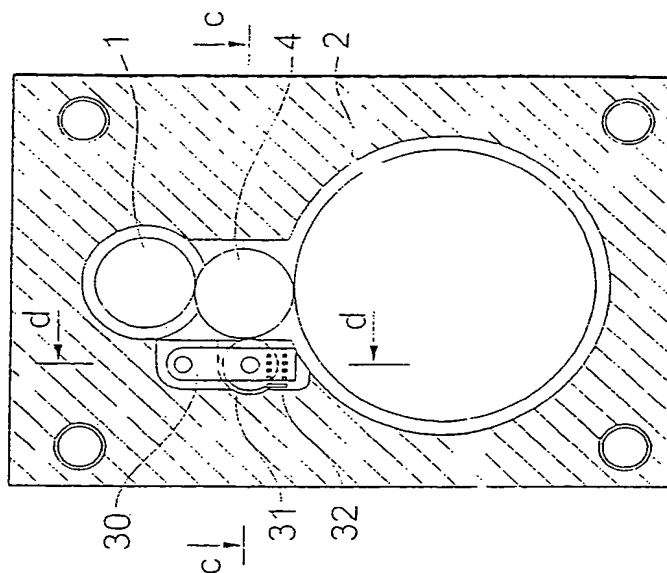


FIG. 8C

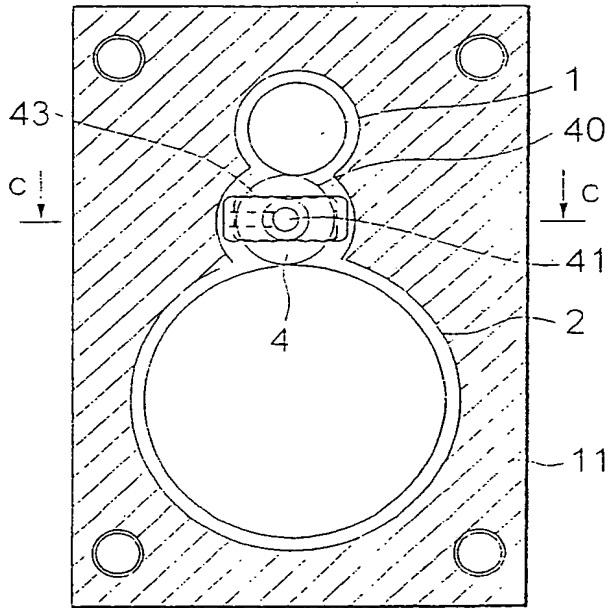
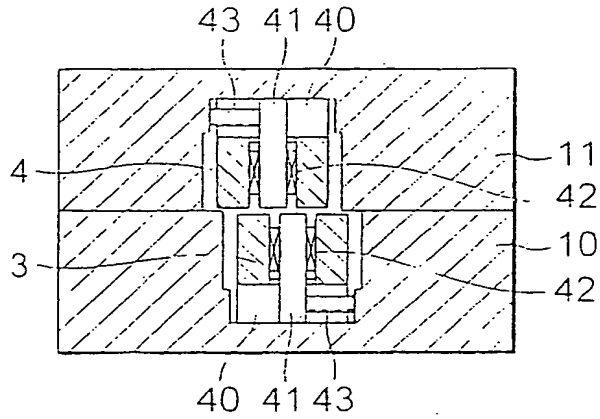


FIG. 8B

FIG. 8A

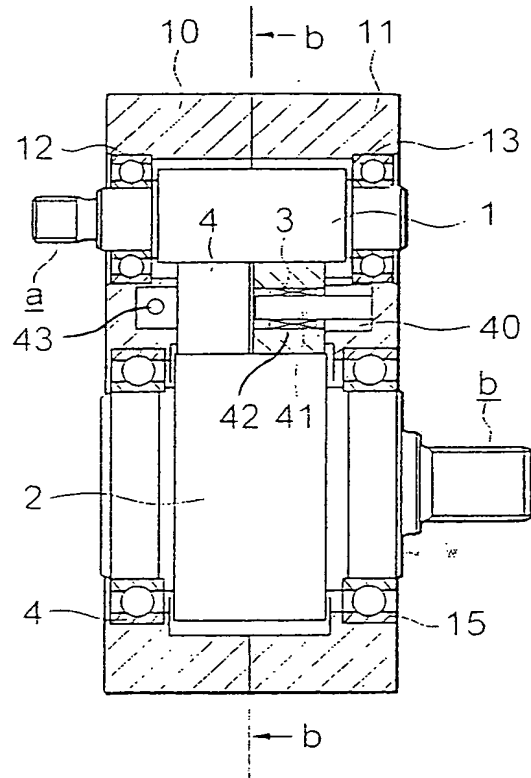


FIG. 9

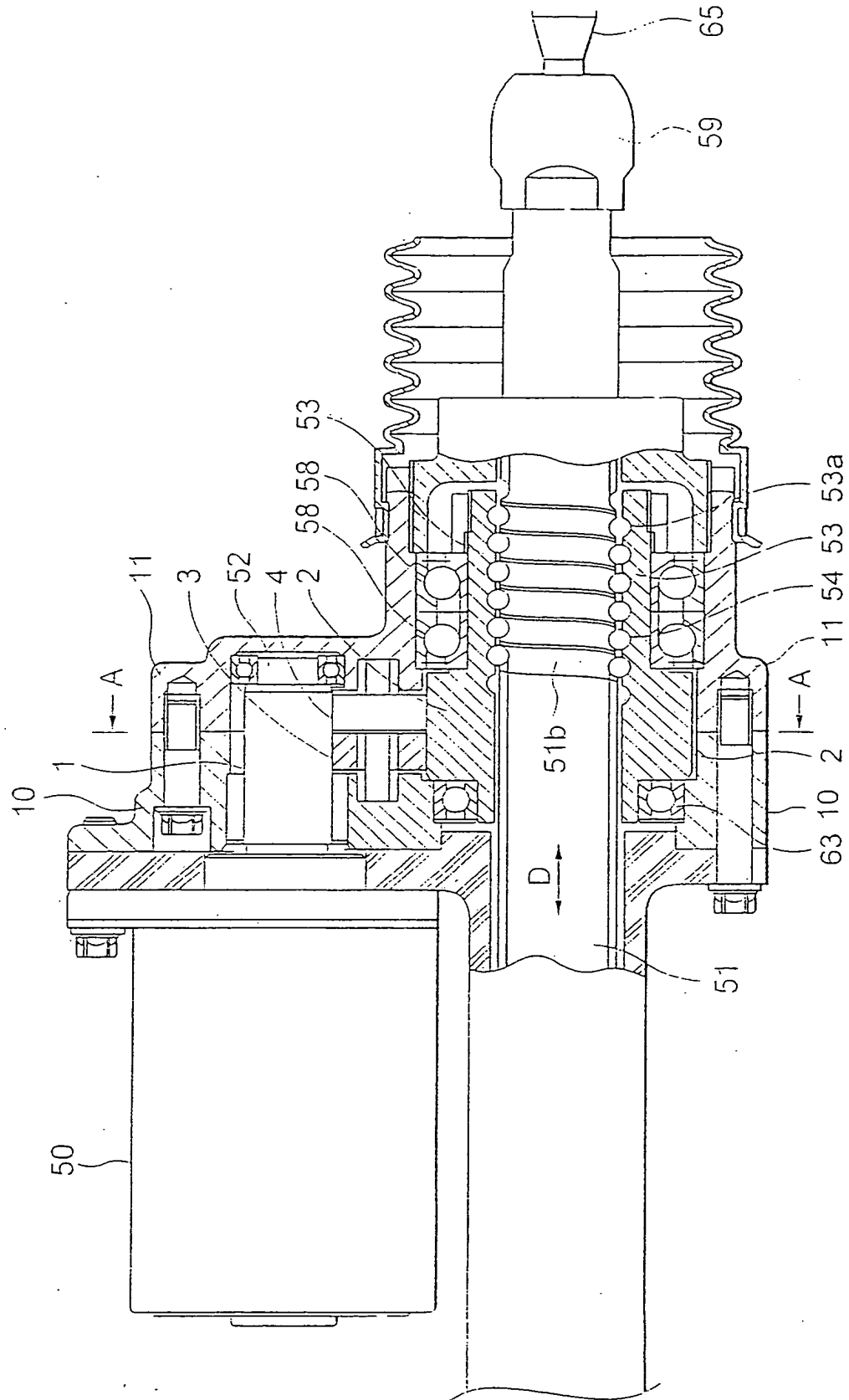


FIG. 10B

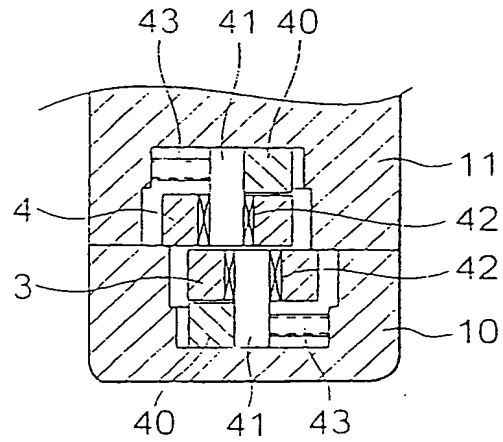


FIG. 10A

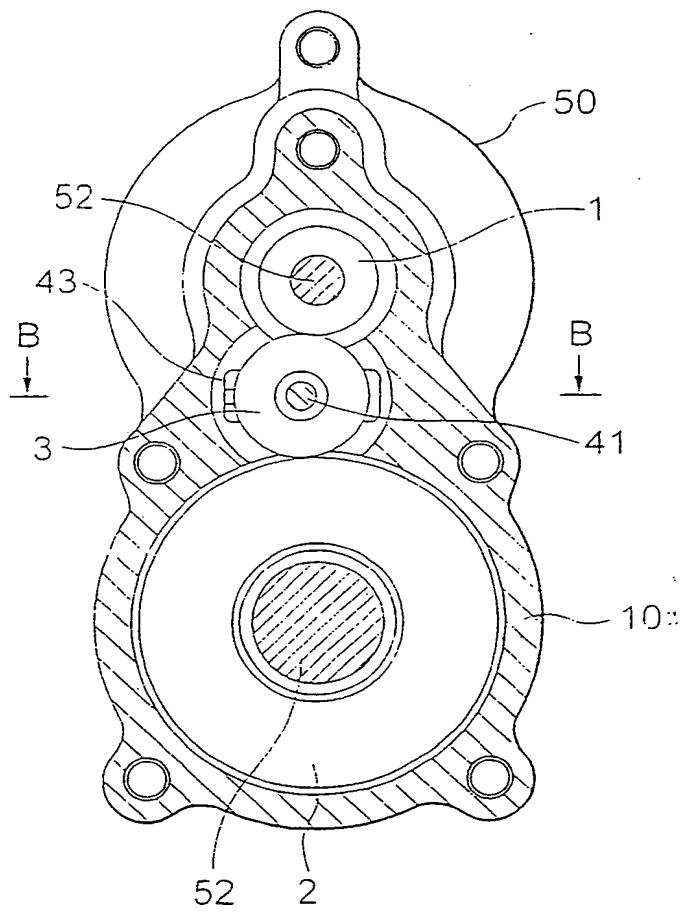


FIG. 11C

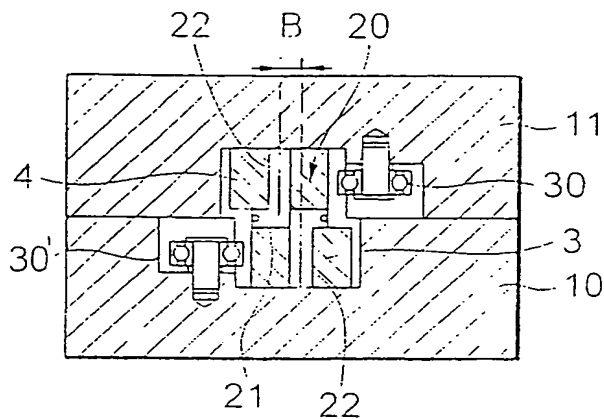


FIG. 11A

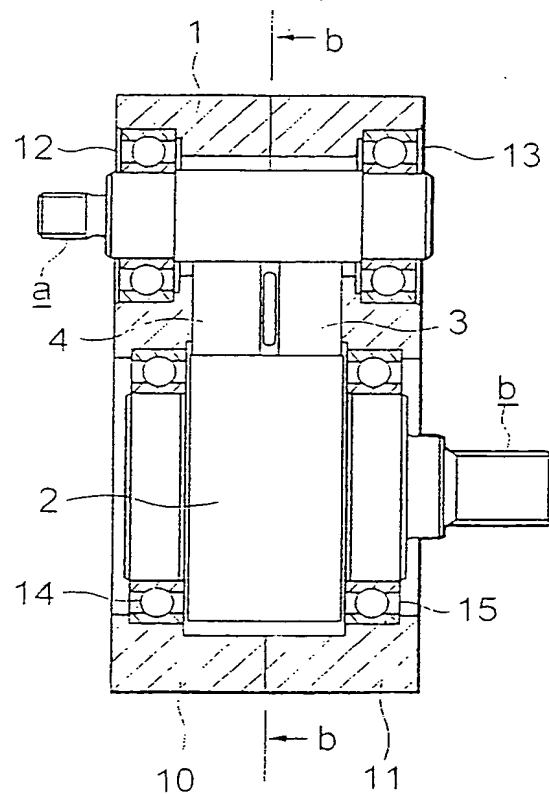
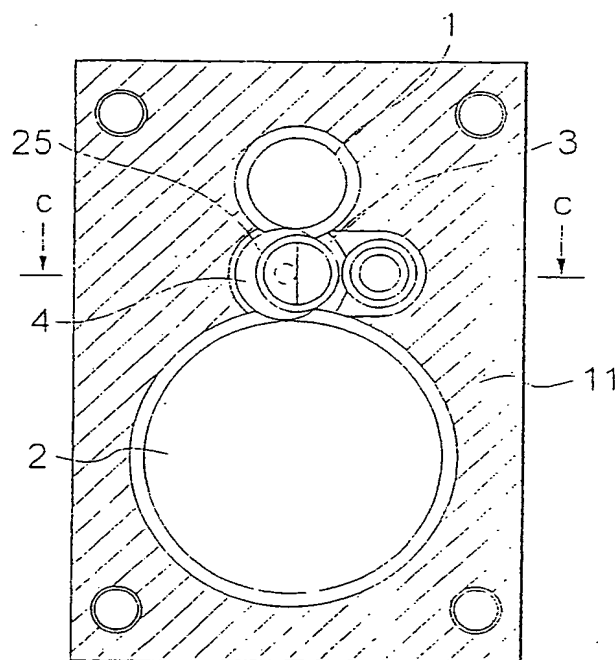


FIG. 11B



FIG. 12A

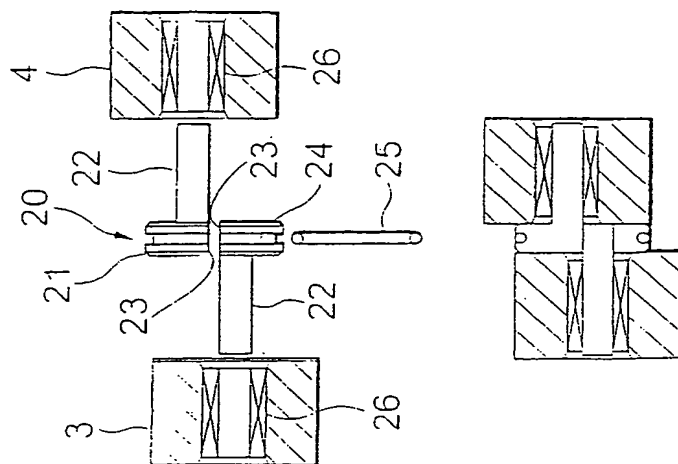


FIG. 12B

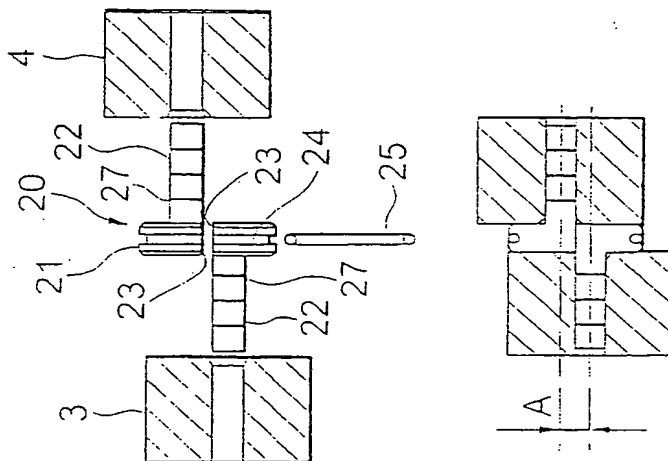


FIG. 12C

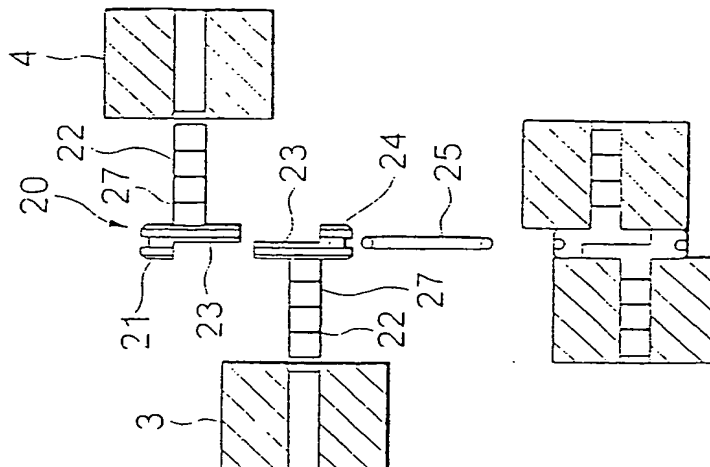


FIG. 13

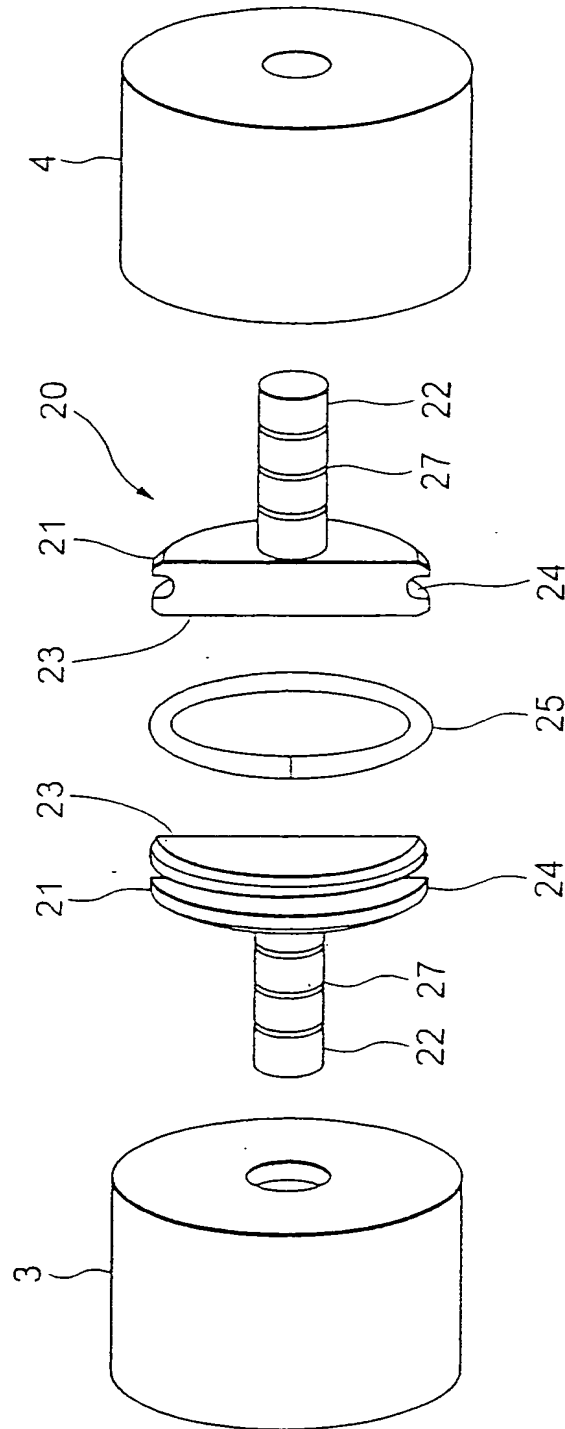


FIG. 14

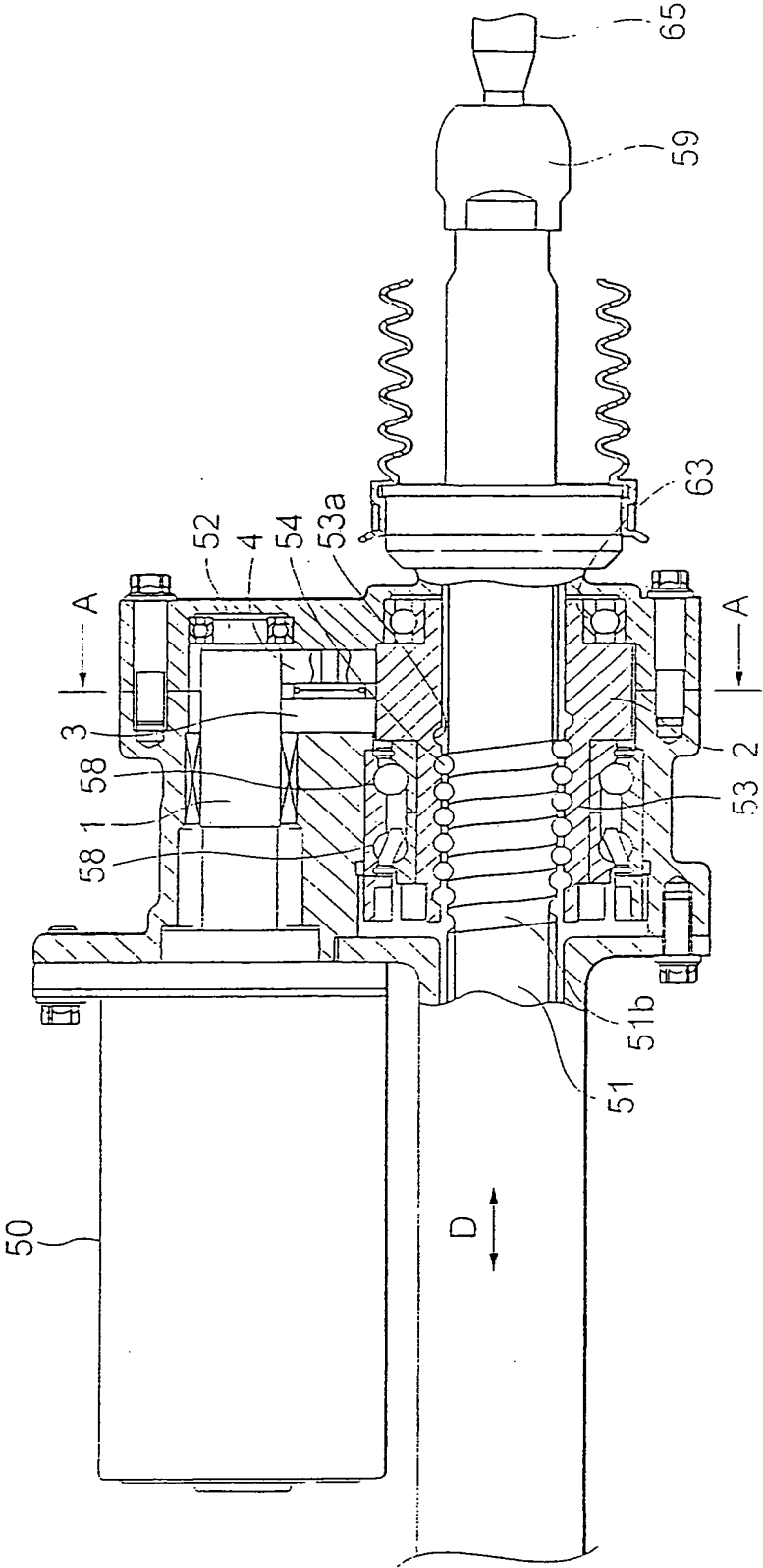


FIG. 15B

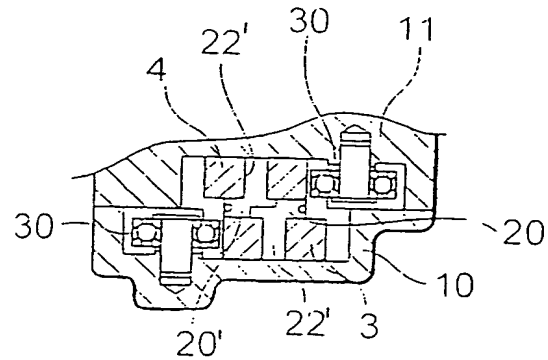


FIG. 15A

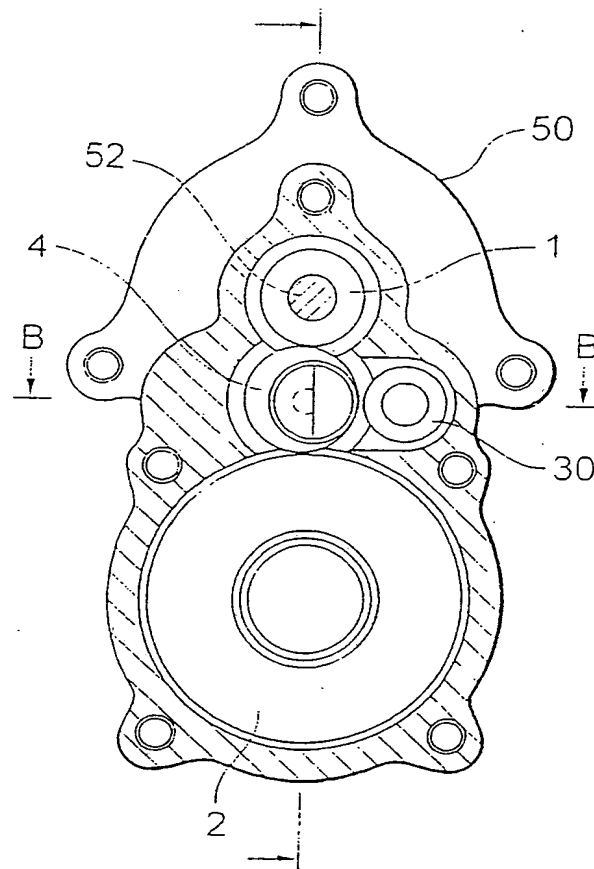


FIG. 16C

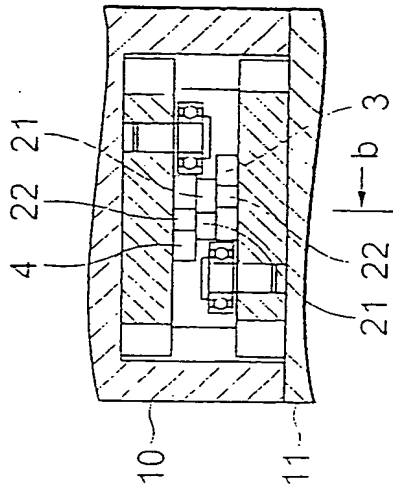


FIG. 16B

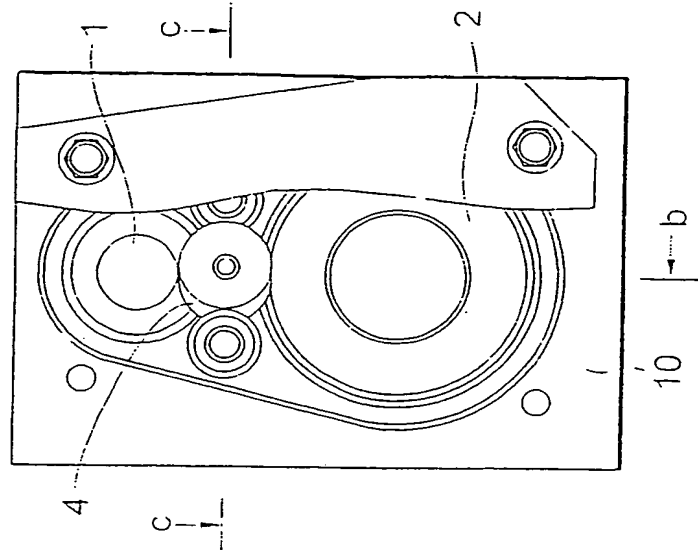
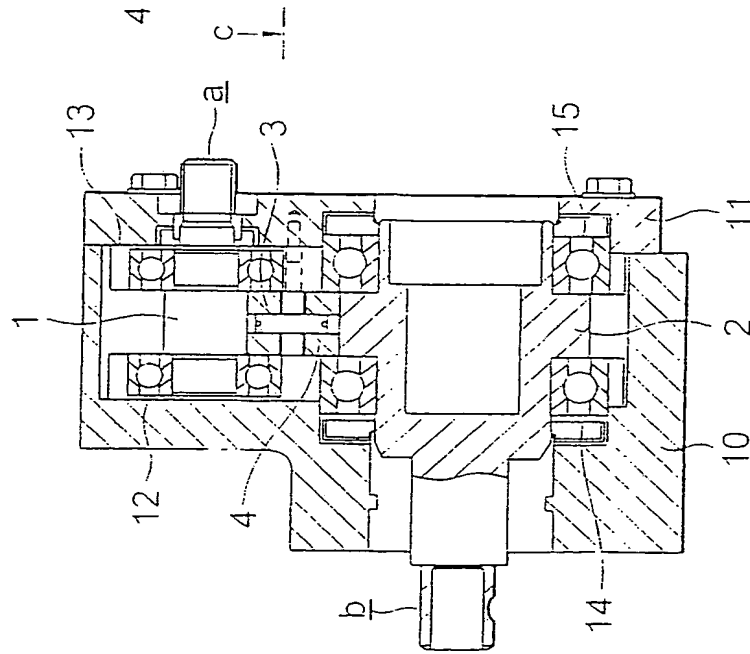


FIG. 16A

FIG. 17A

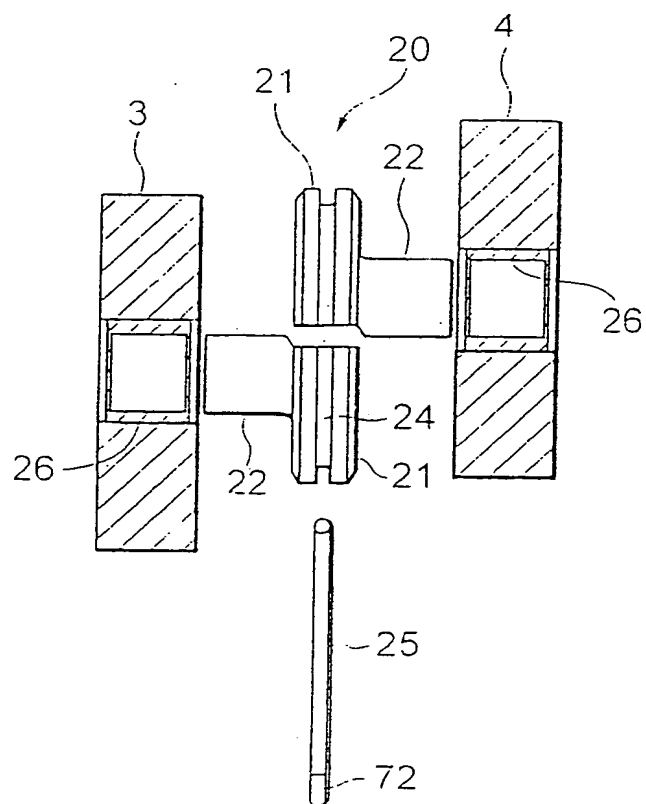


FIG. 17B

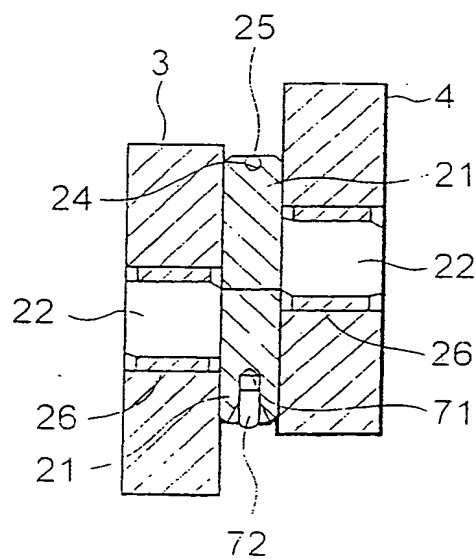


FIG. 18

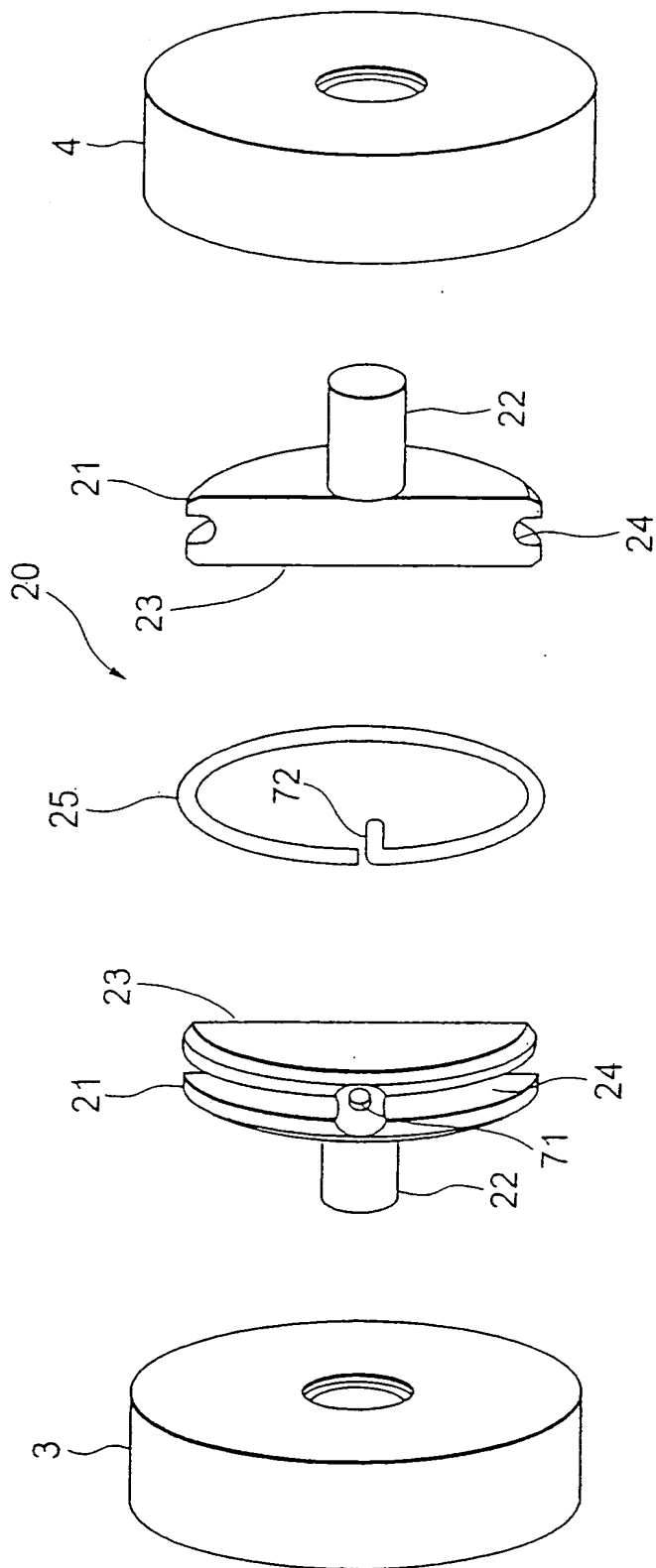


FIG. 19A

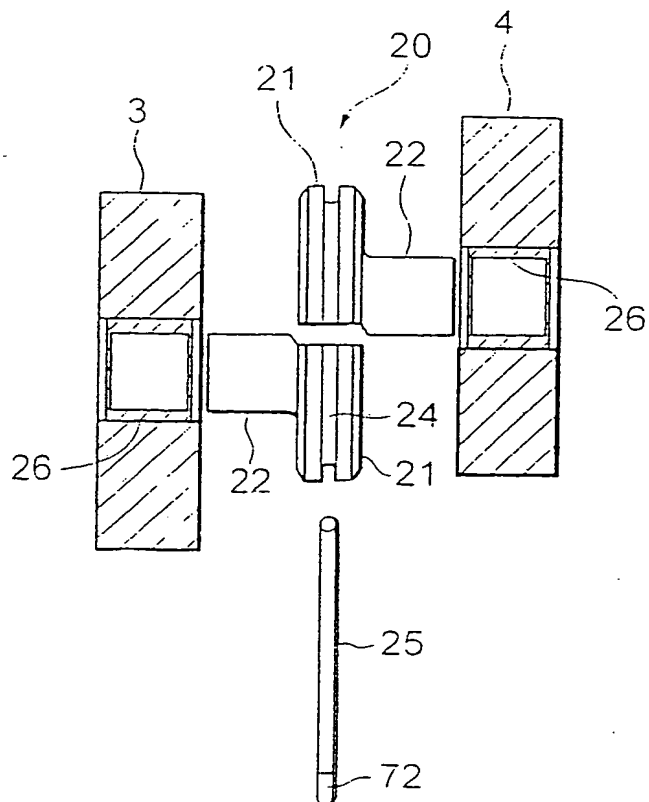


FIG. 19A

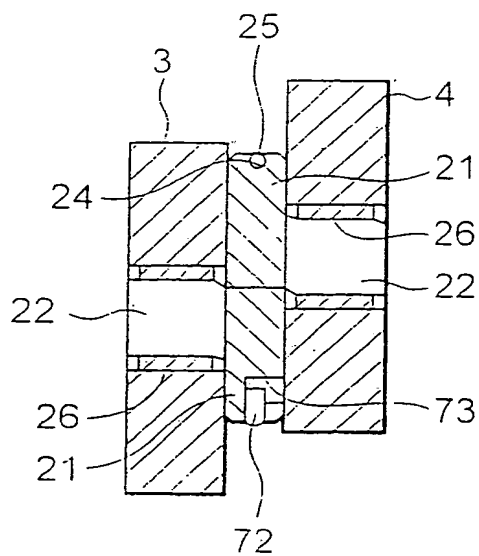




FIG. 20

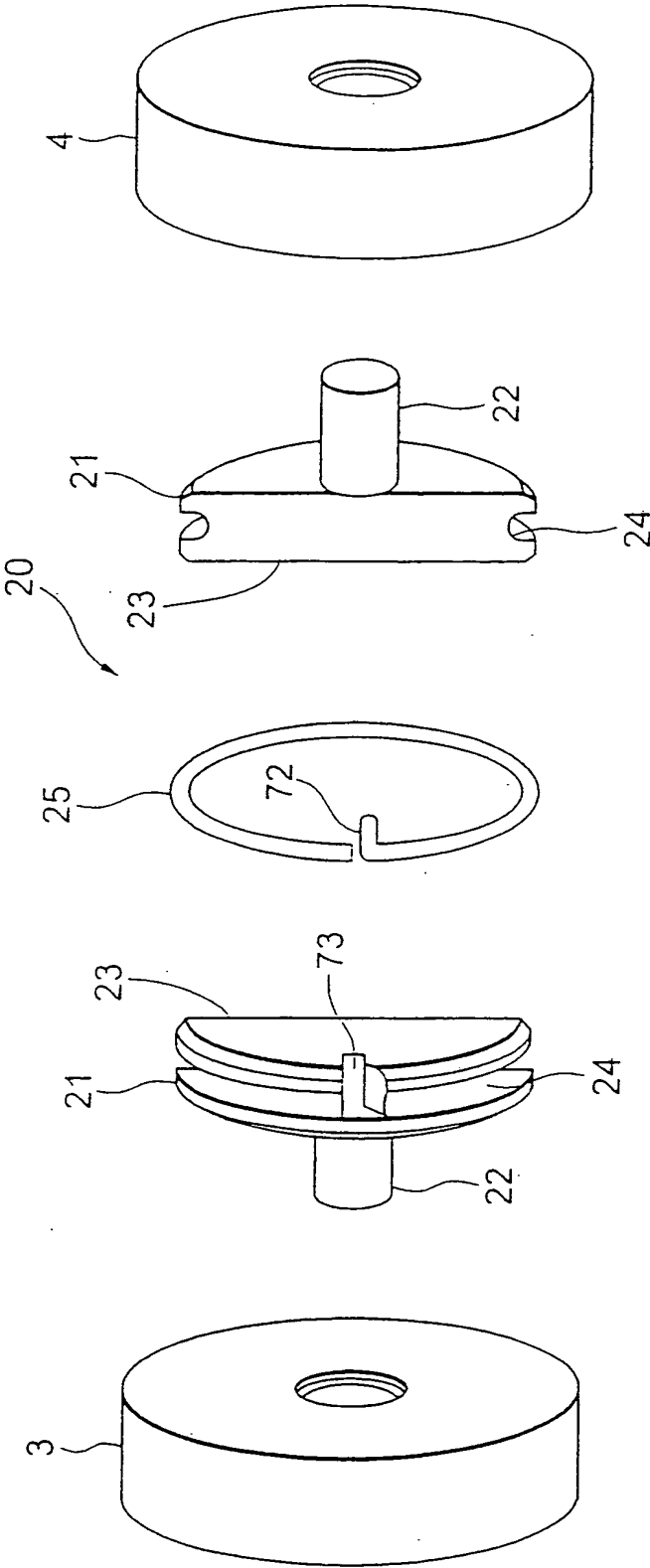


FIG. 21A

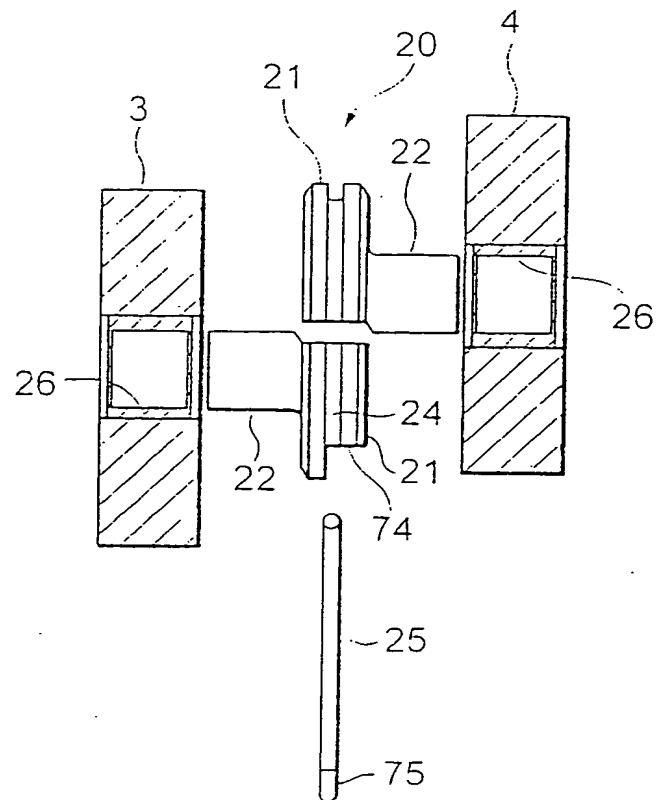


FIG. 21B

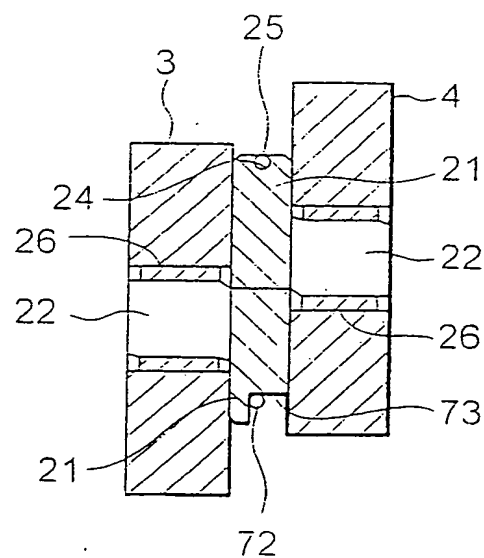


FIG. 22

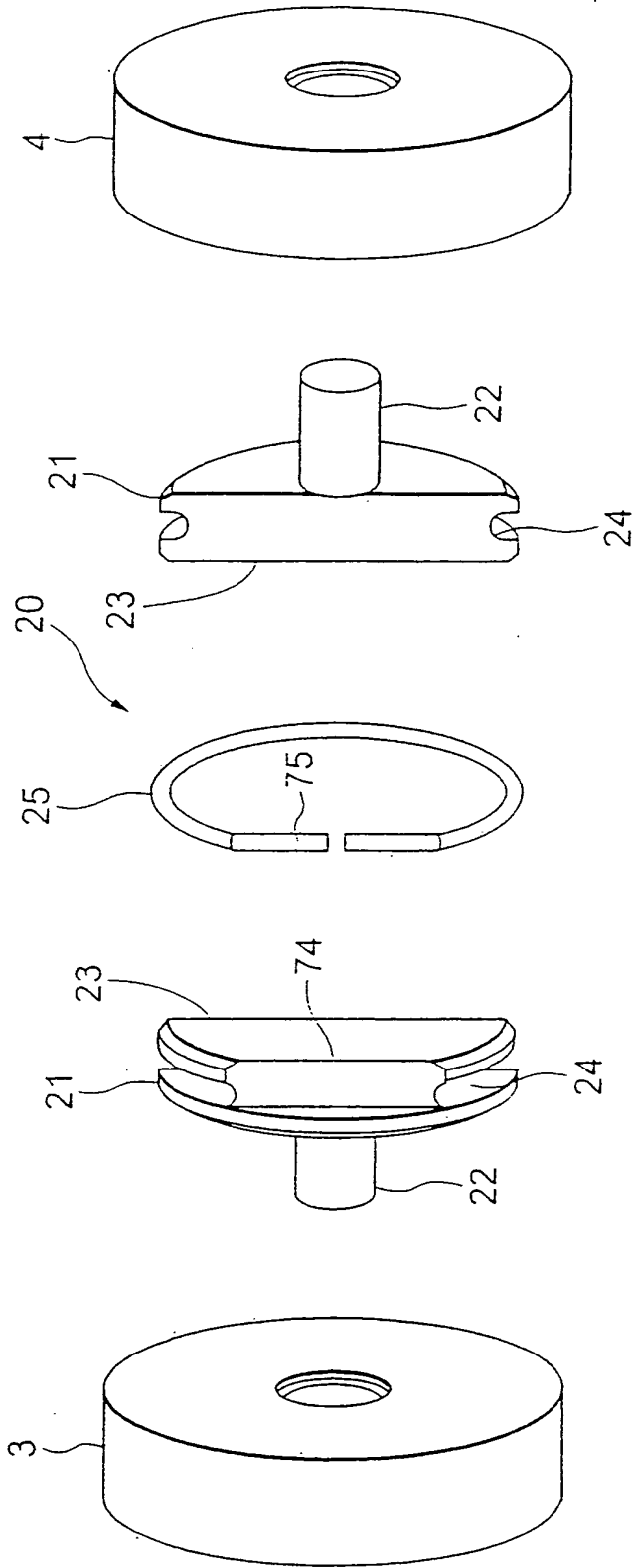


FIG. 23A

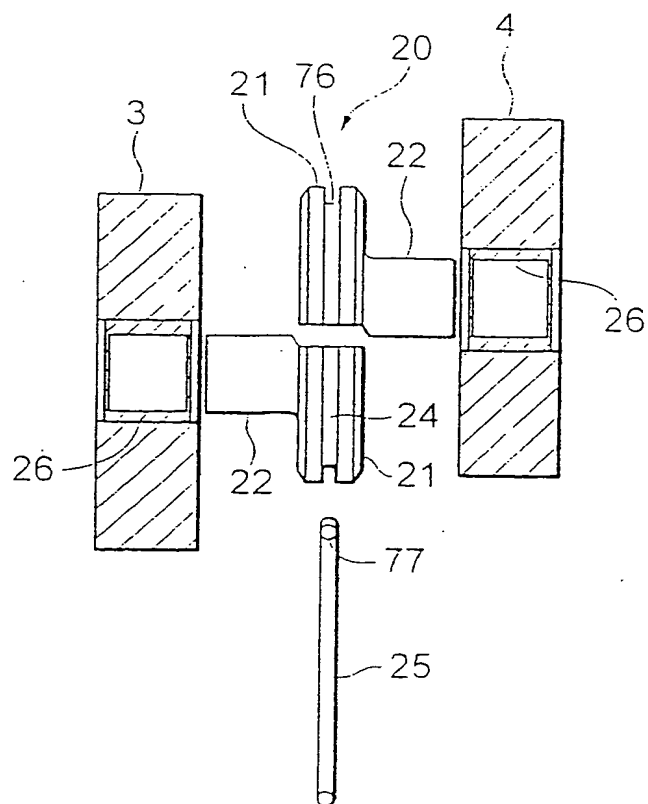


FIG. 23B

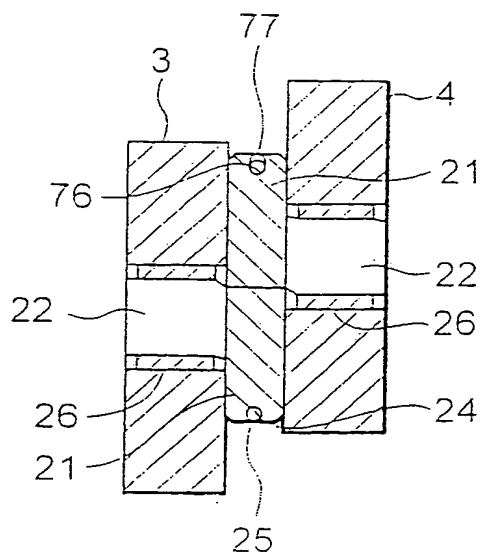


FIG. 24

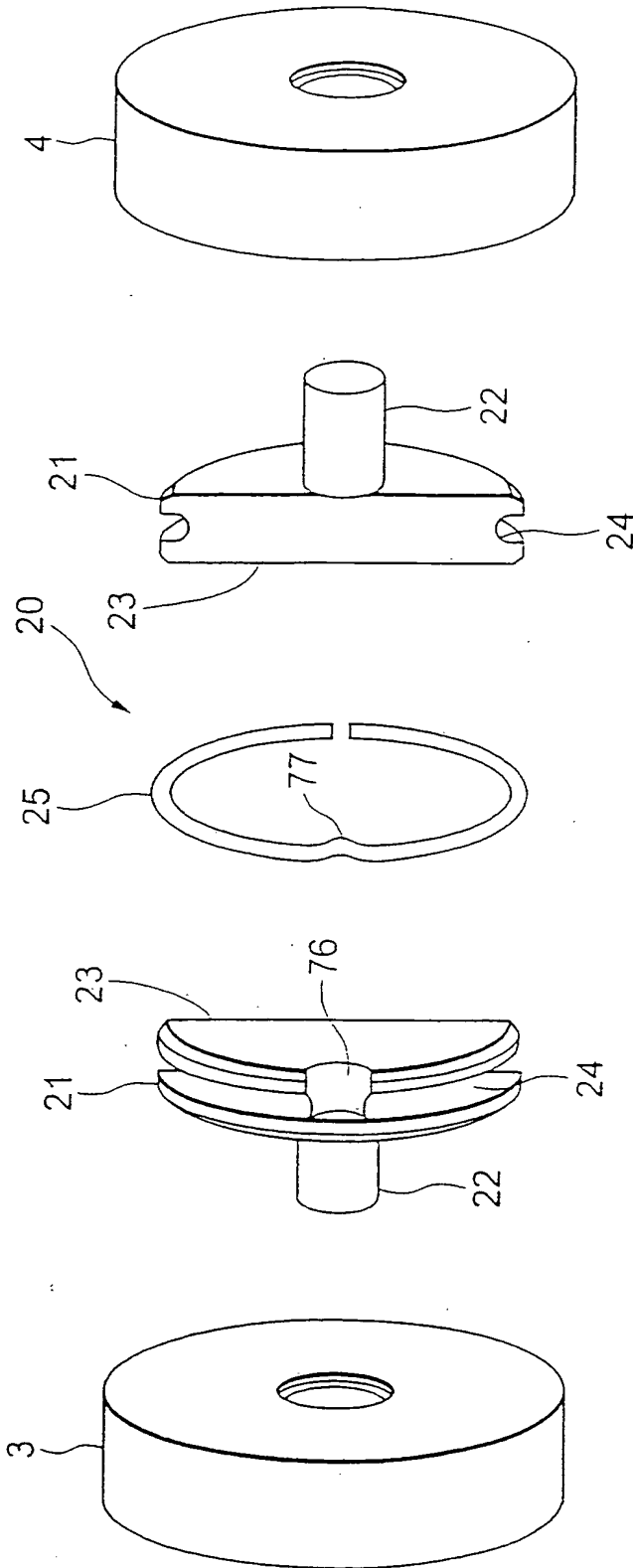


FIG. 25A

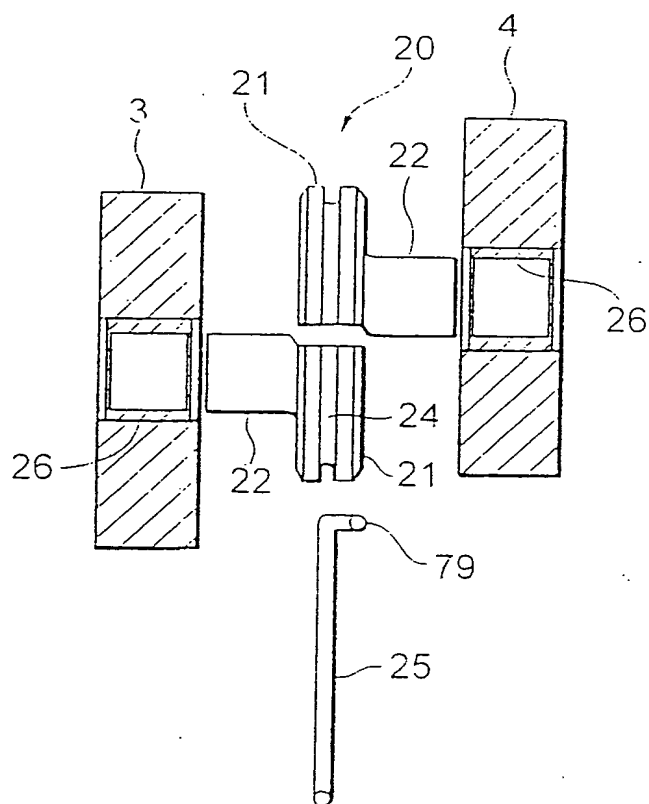


FIG. 25B

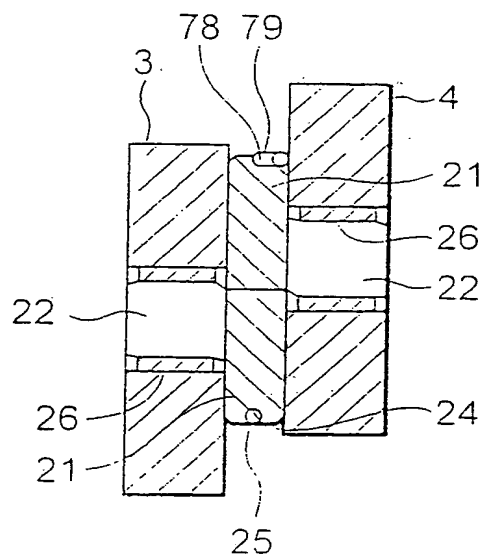


FIG. 26

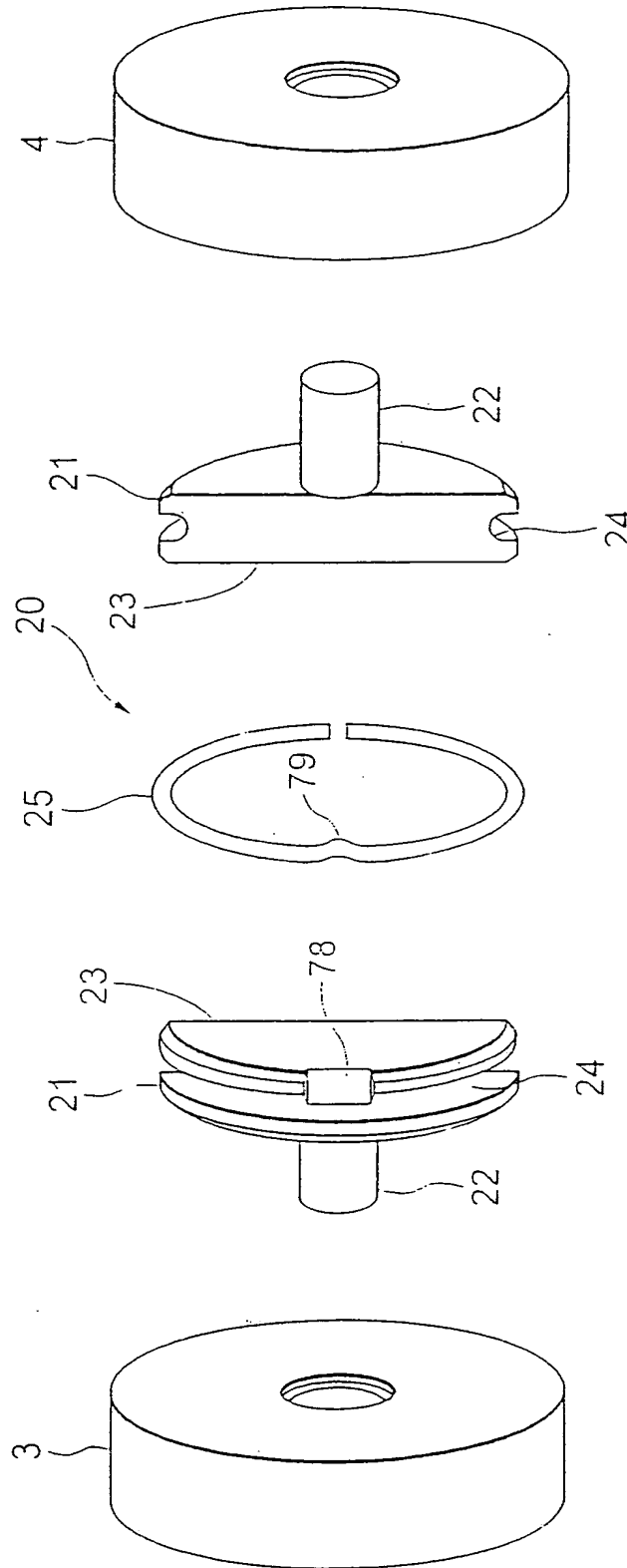


FIG. 27C

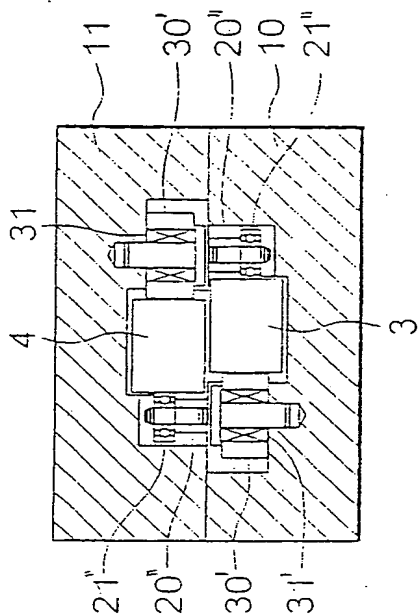


FIG. 27D

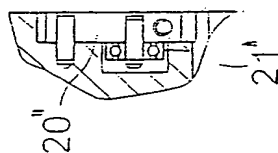


FIG. 27A

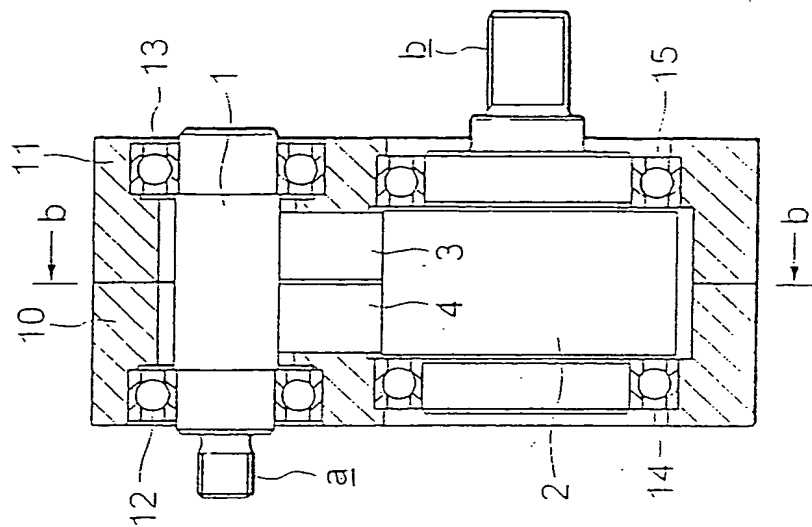


FIG. 27B

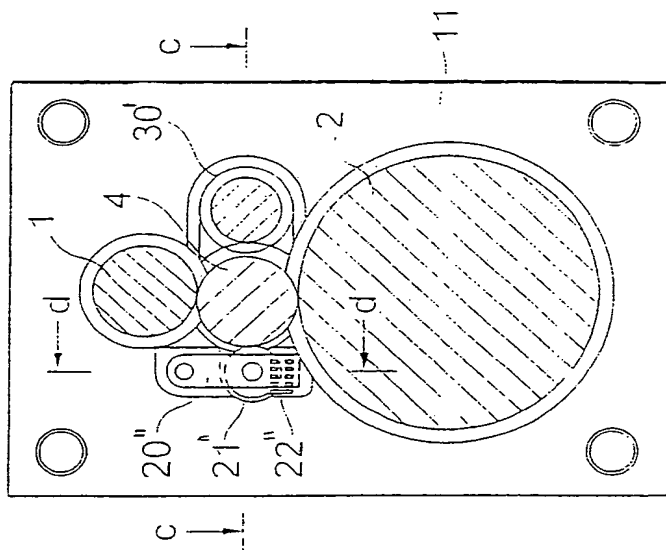




FIG. 28C

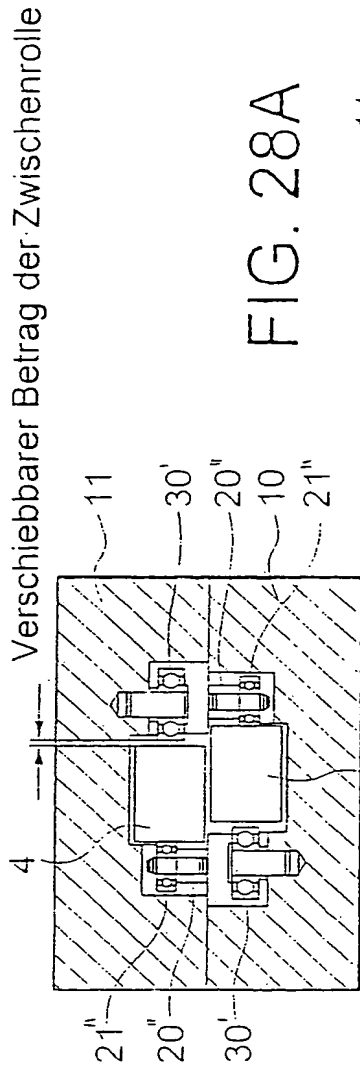


FIG. 28A

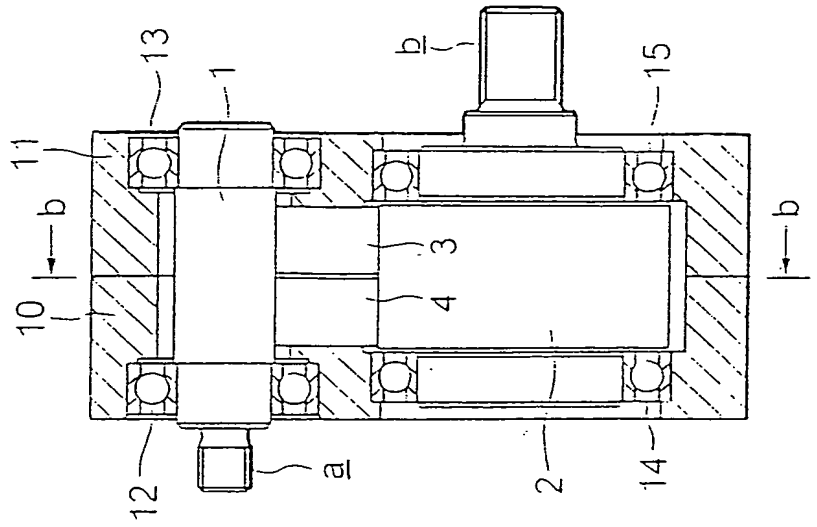


FIG. 28D

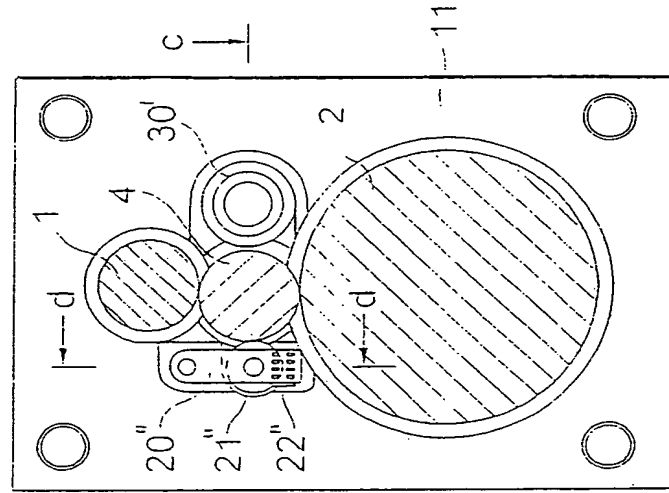
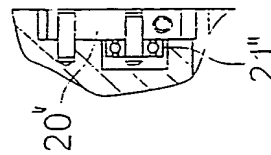


FIG. 28B

FIG. 29

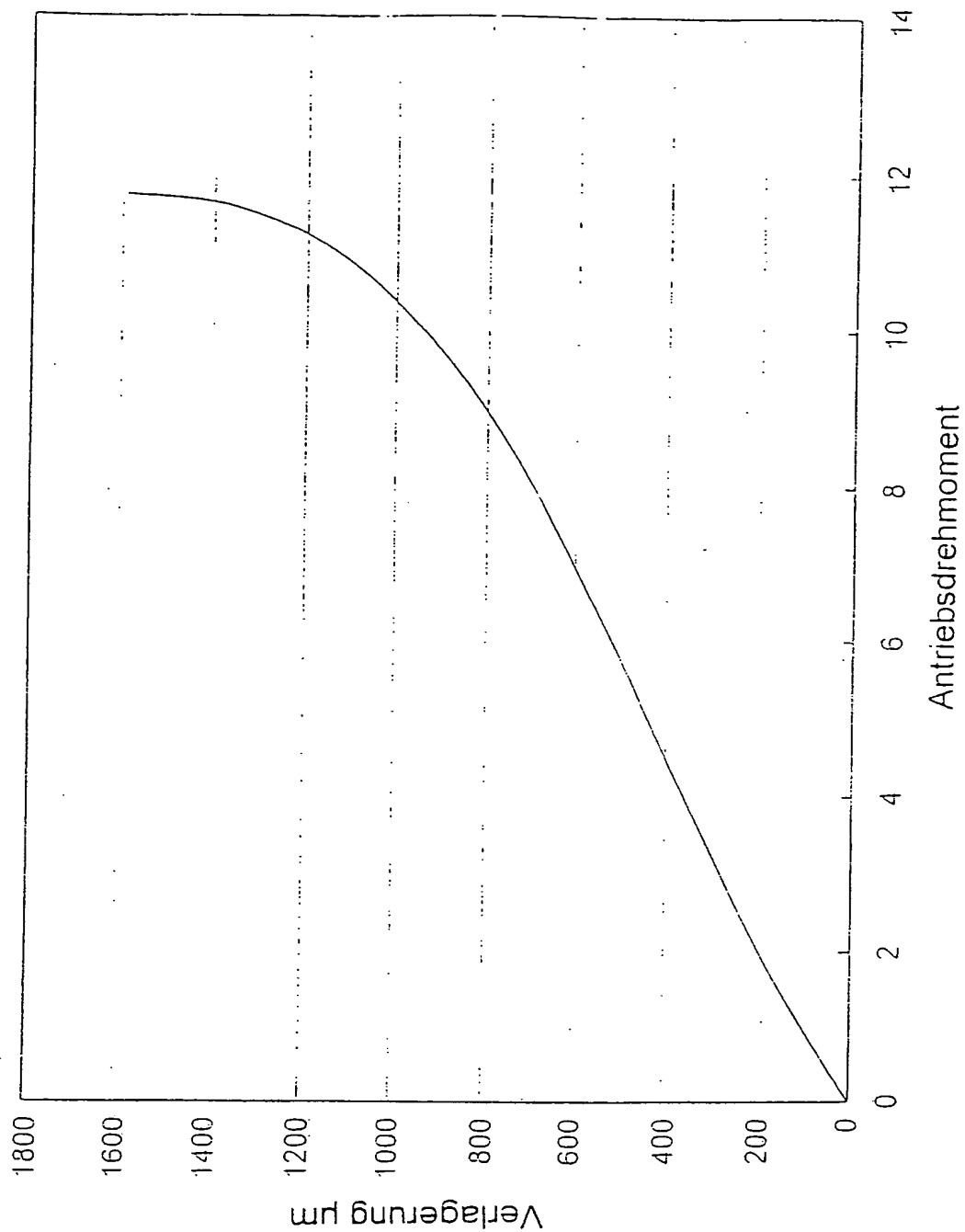


FIG. 30

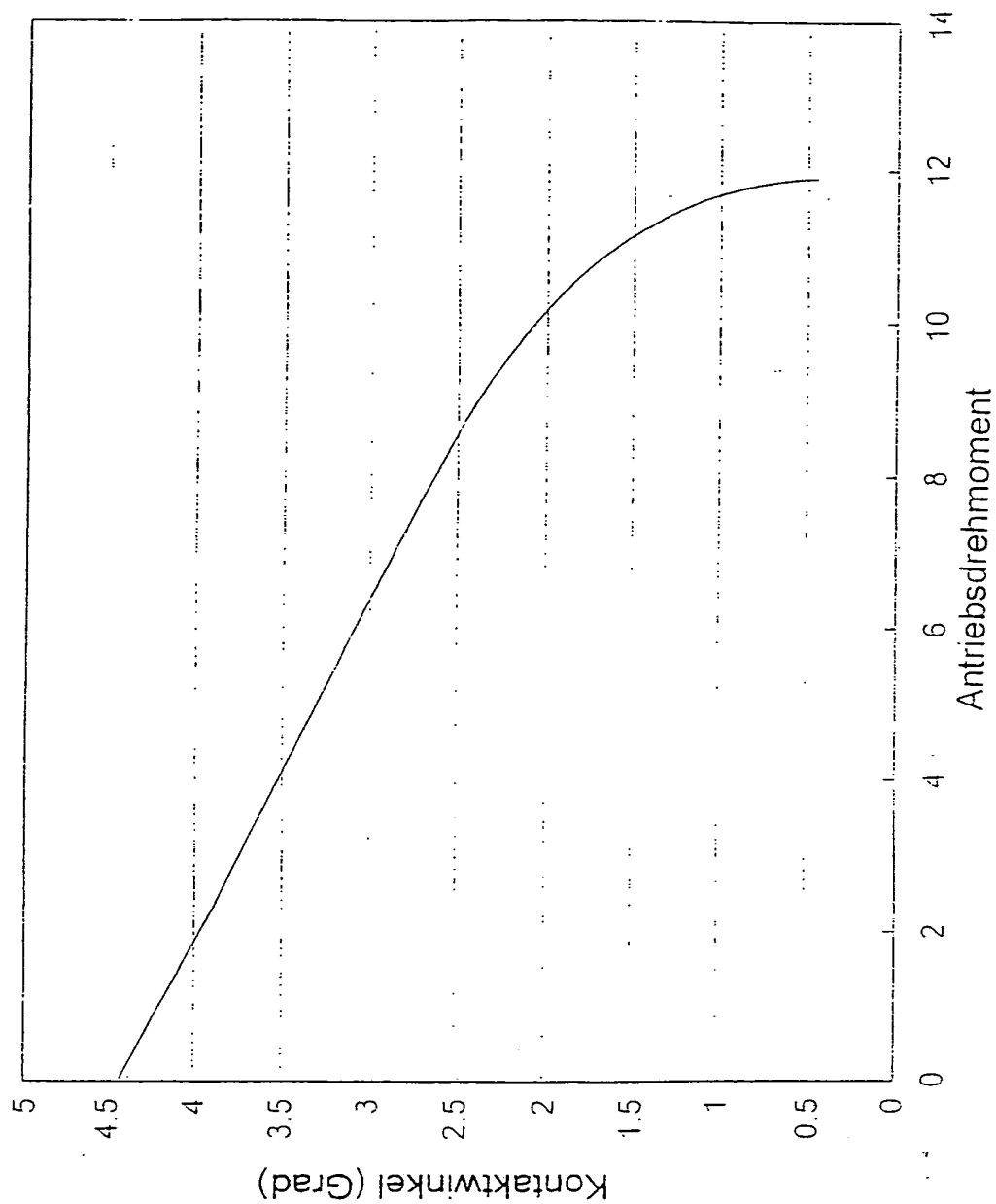


FIG. 31

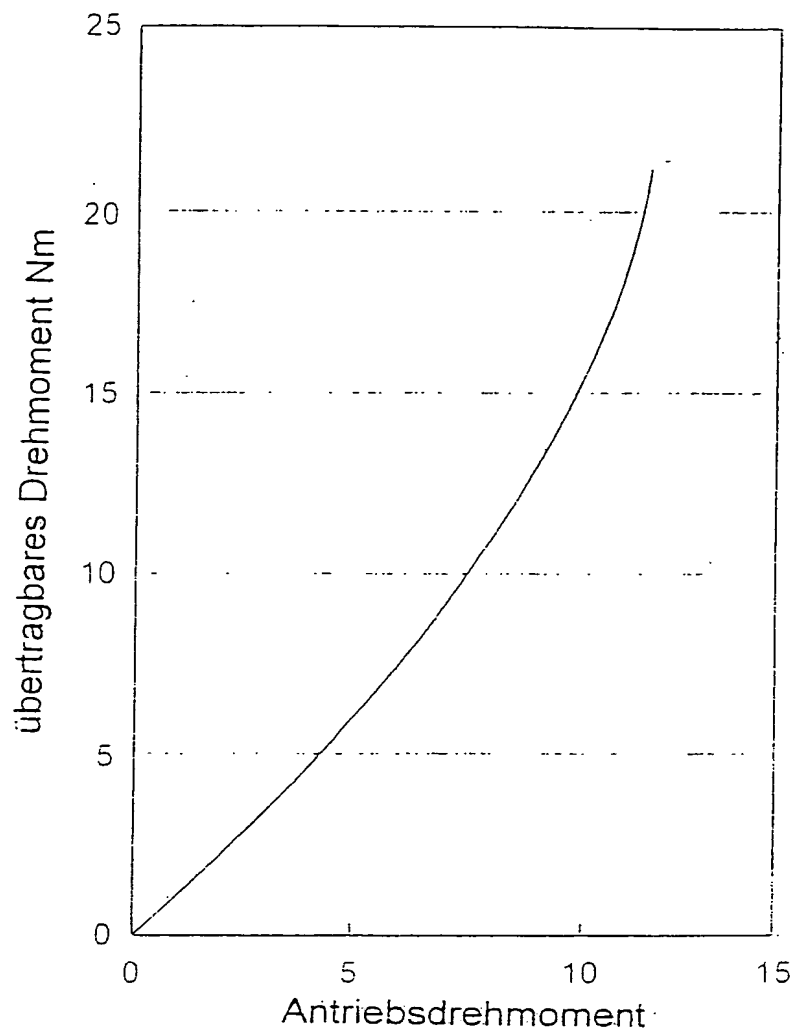


FIG. 32

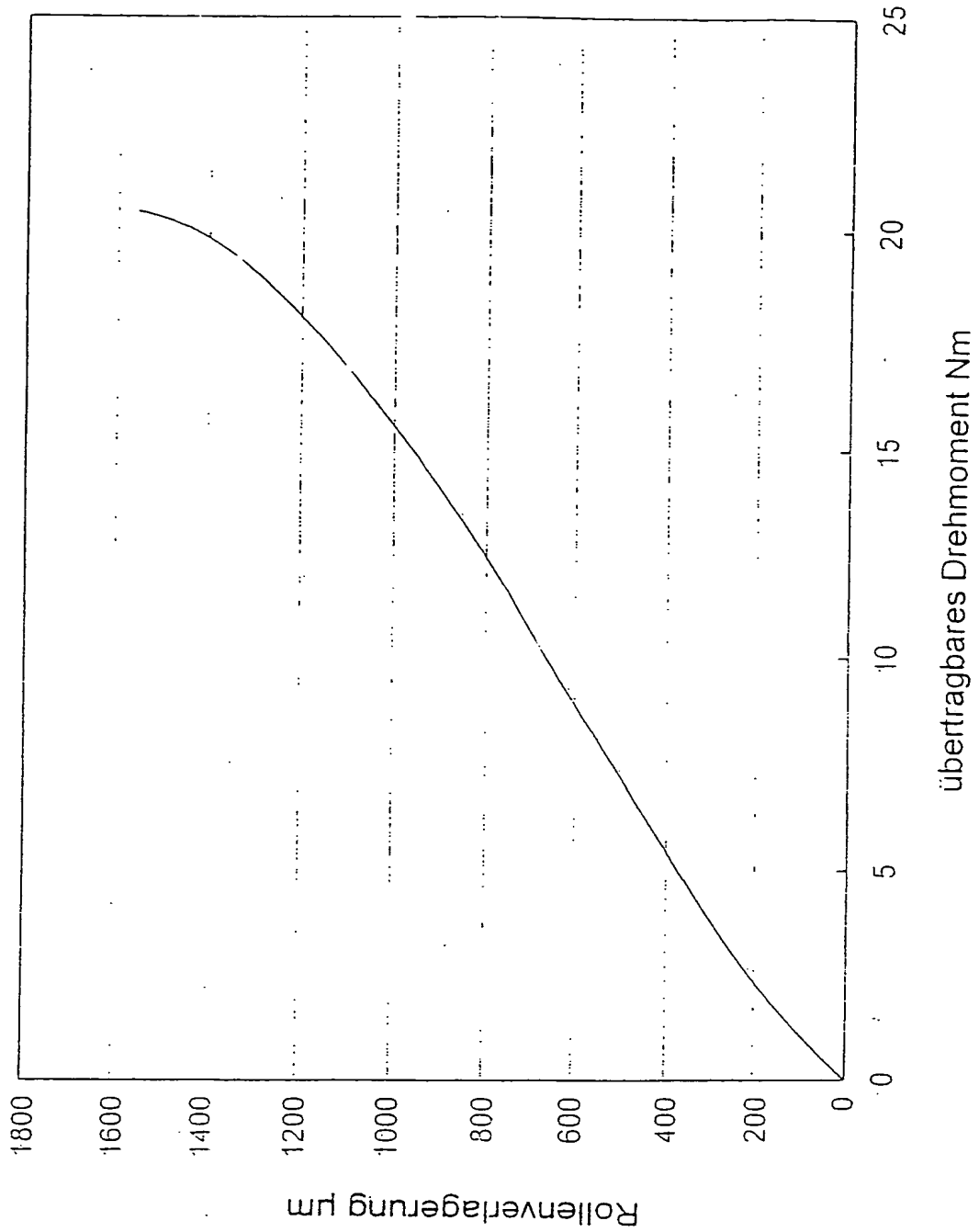


FIG. 33

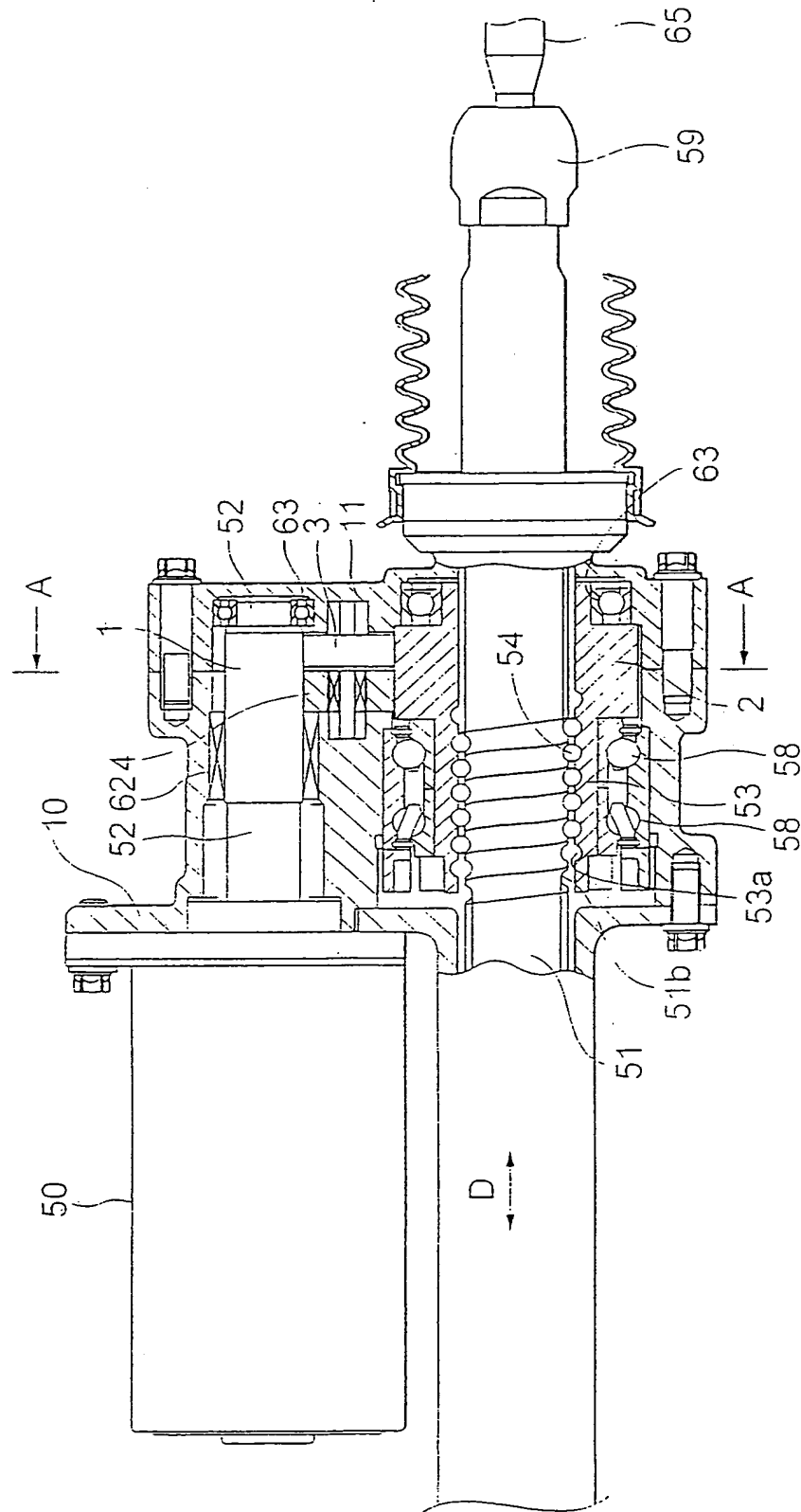


FIG. 34B

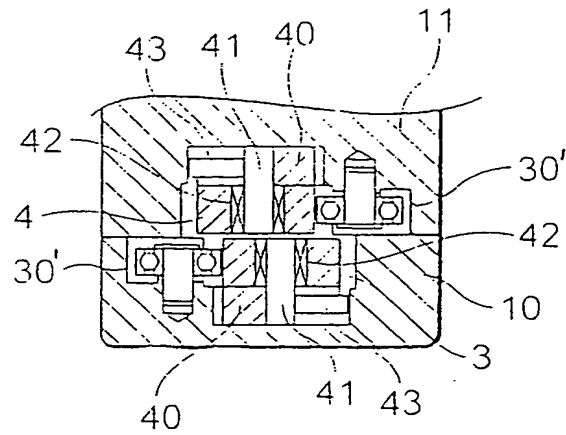


FIG. 34A

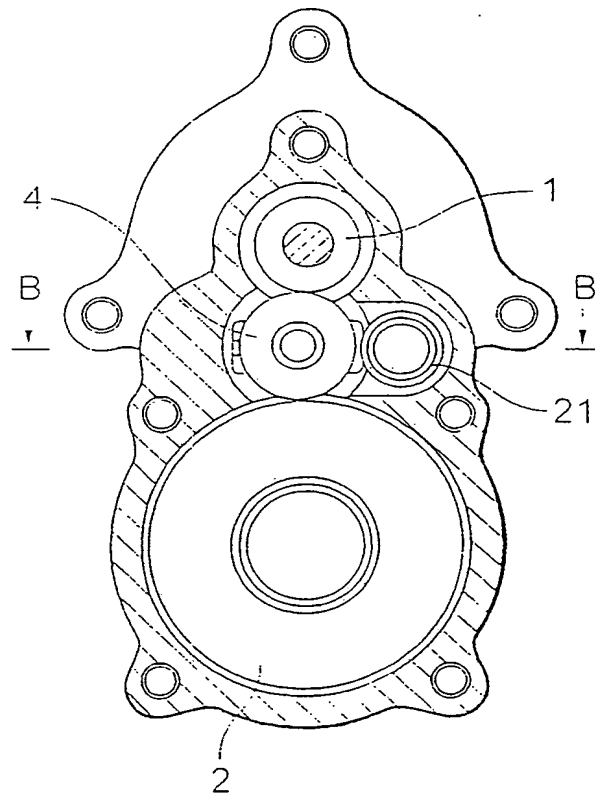


FIG. 35B

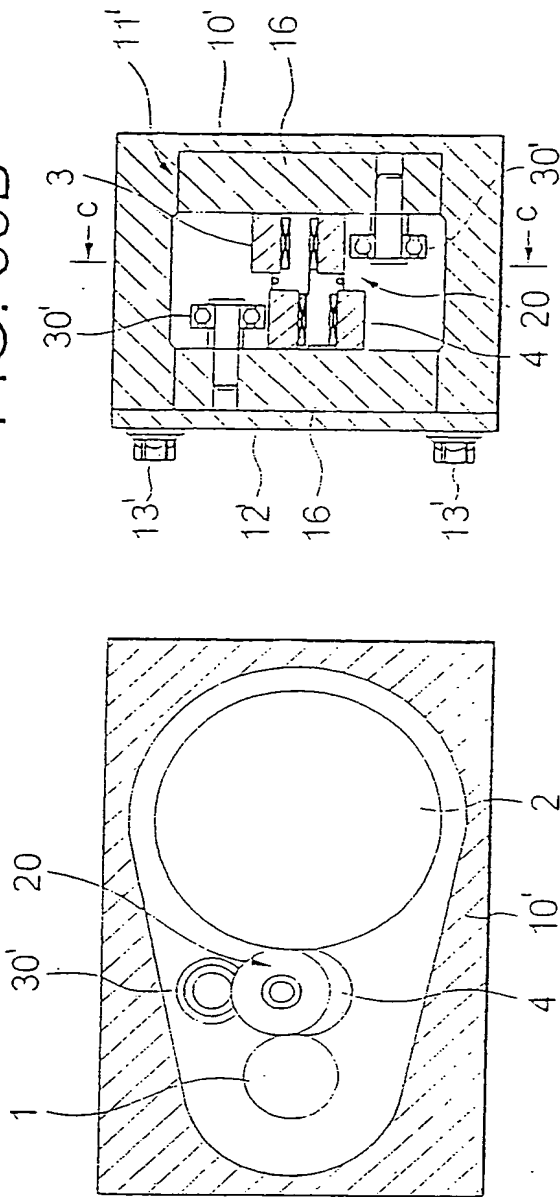


FIG. 35C

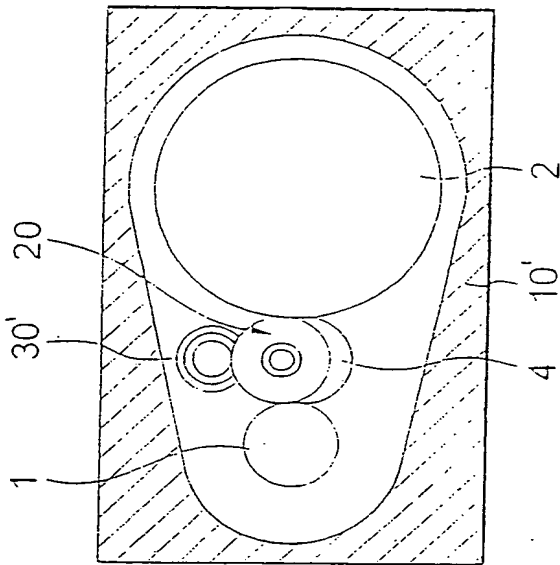


FIG. 35A

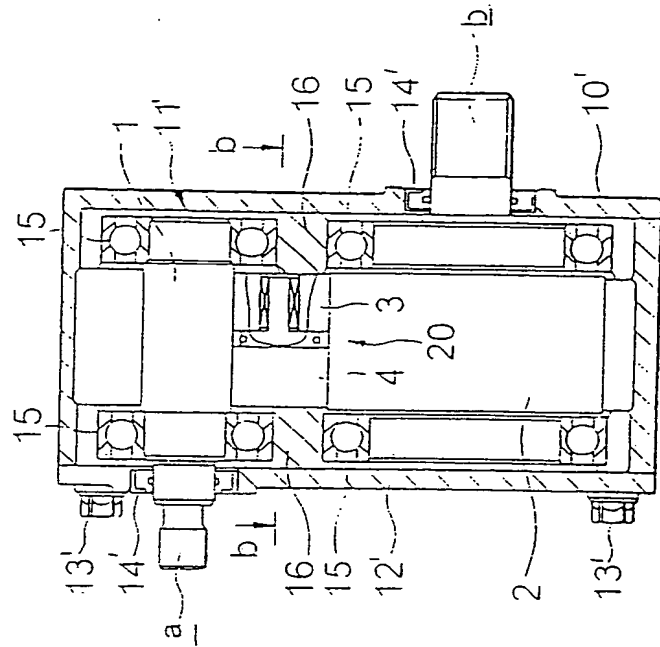




FIG. 36

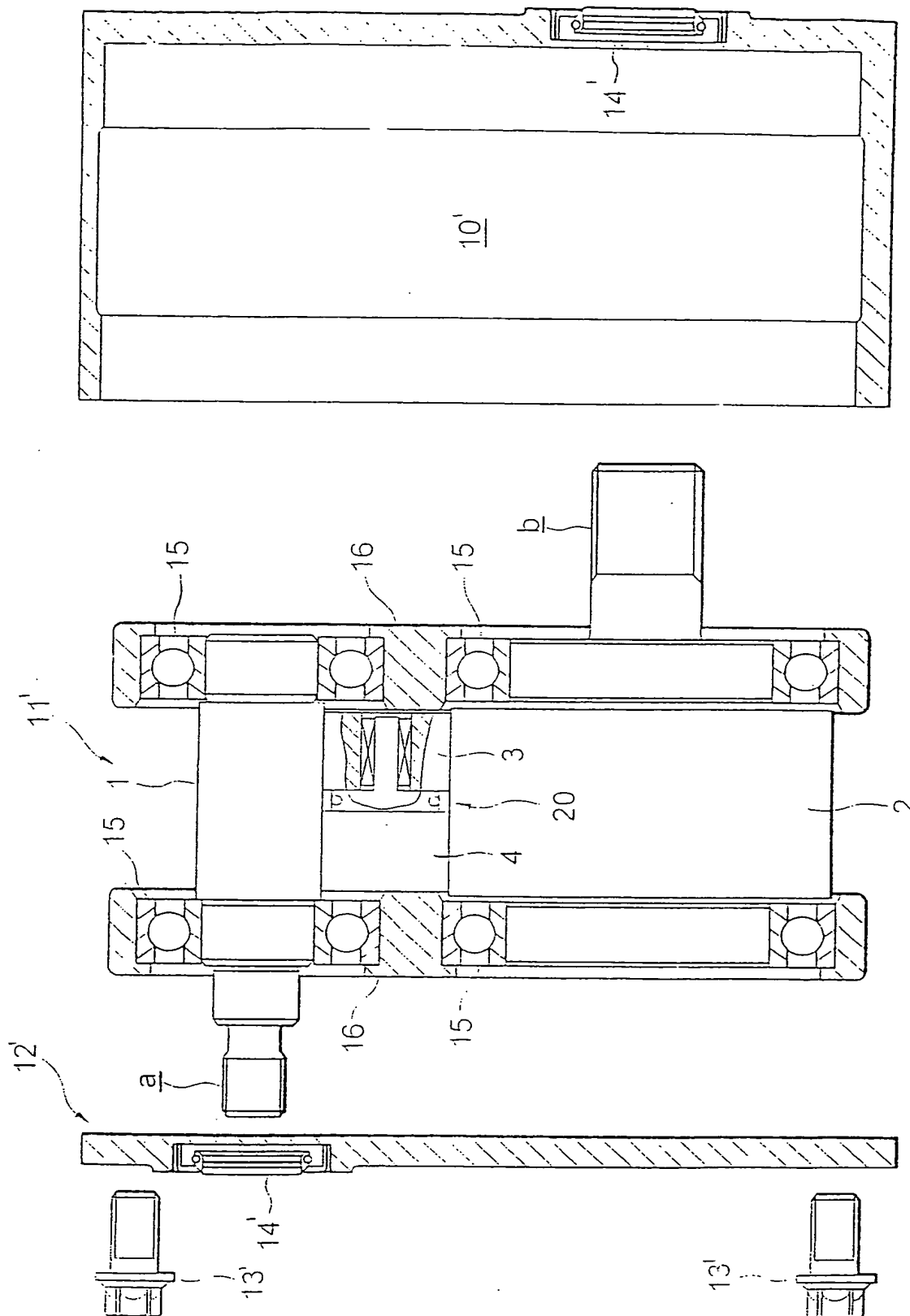


FIG. 37A

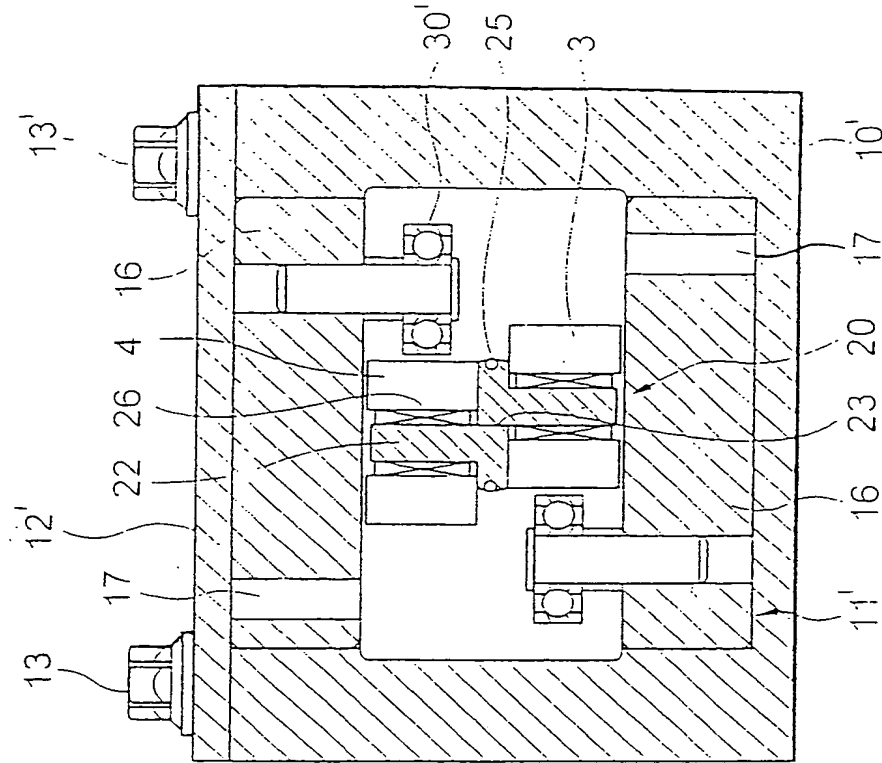


FIG. 37B

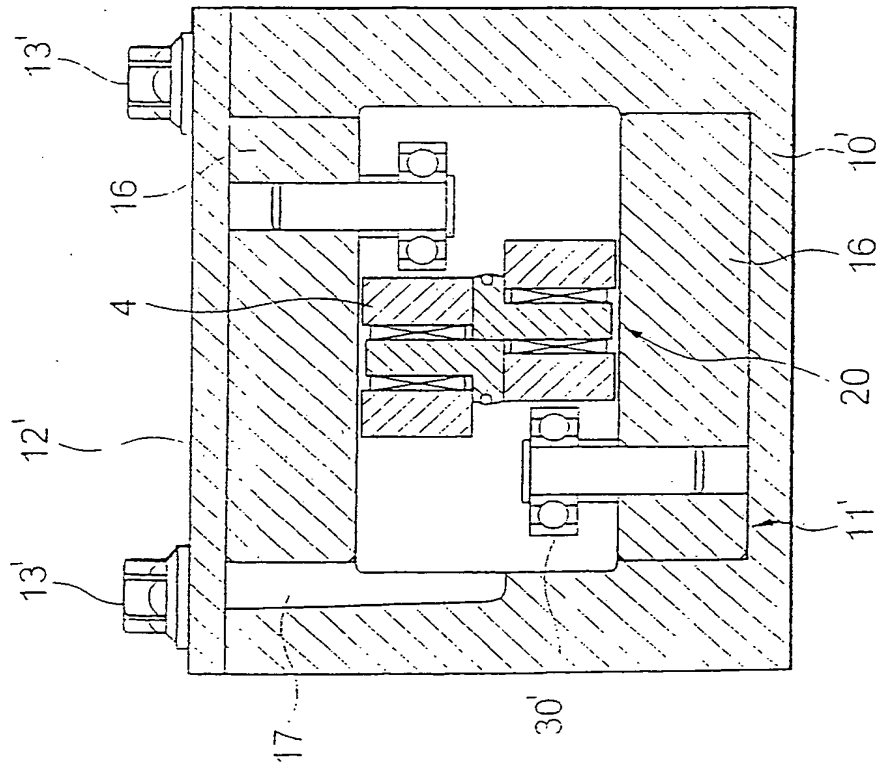


FIG. 38

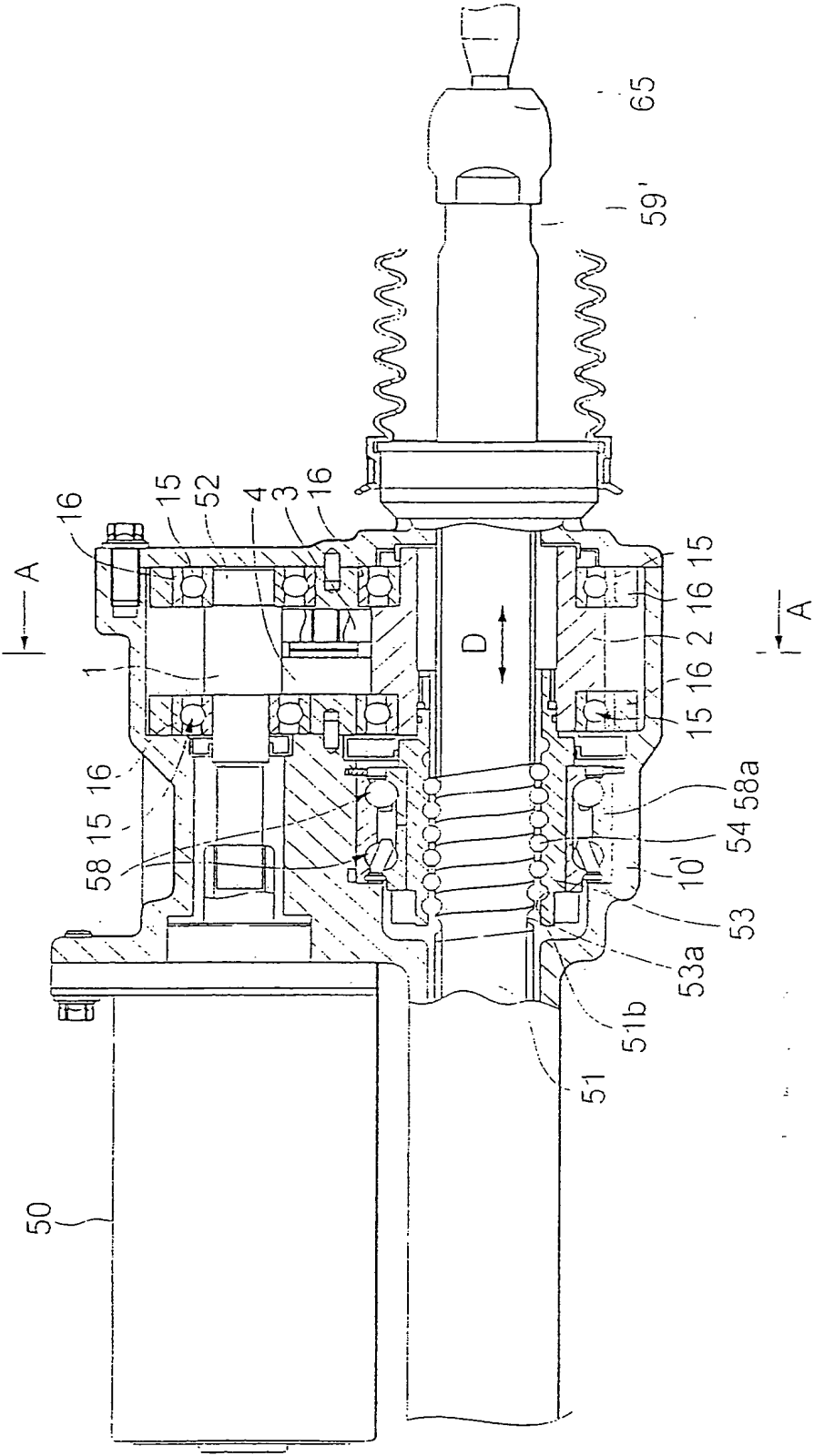


FIG. 39B

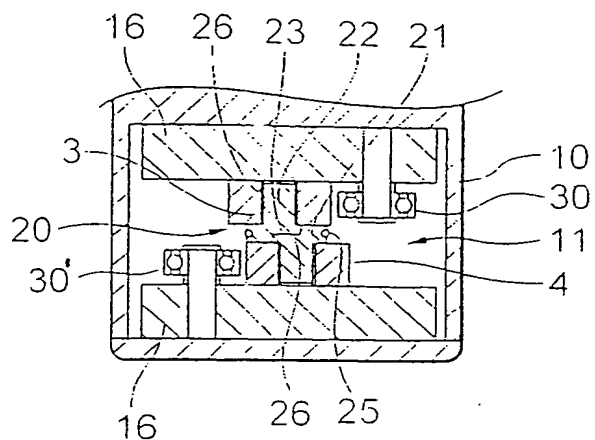


FIG. 39A

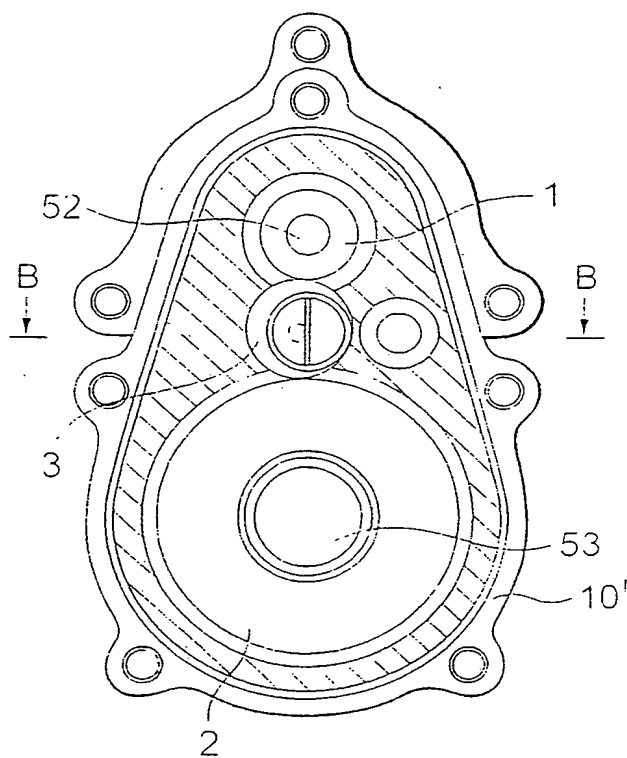


FIG. 40A

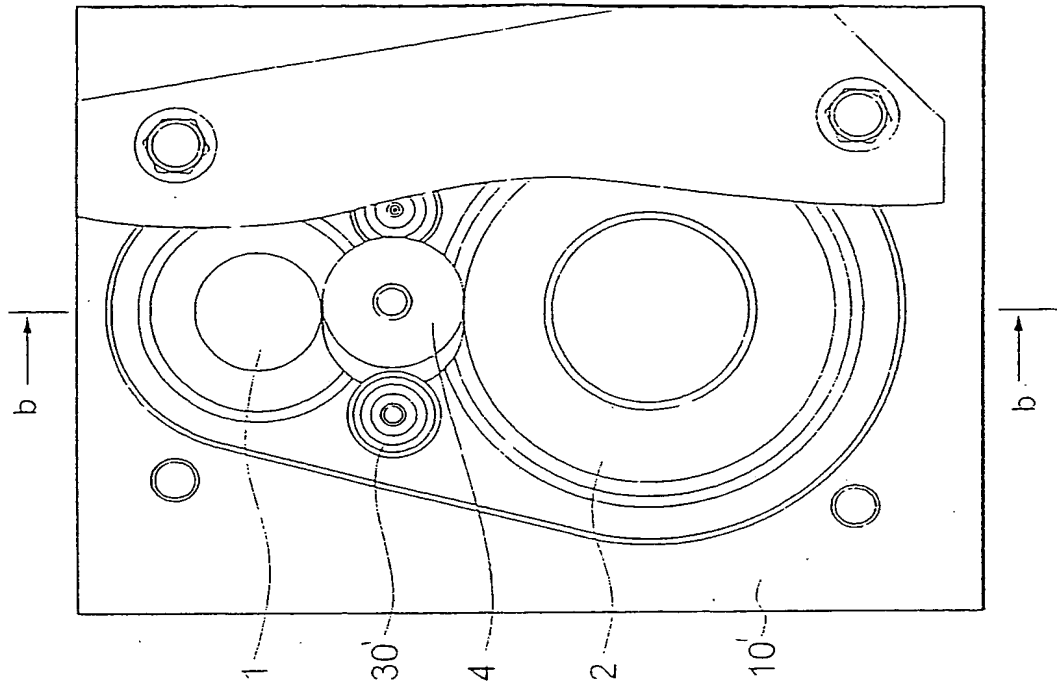


FIG. 40B

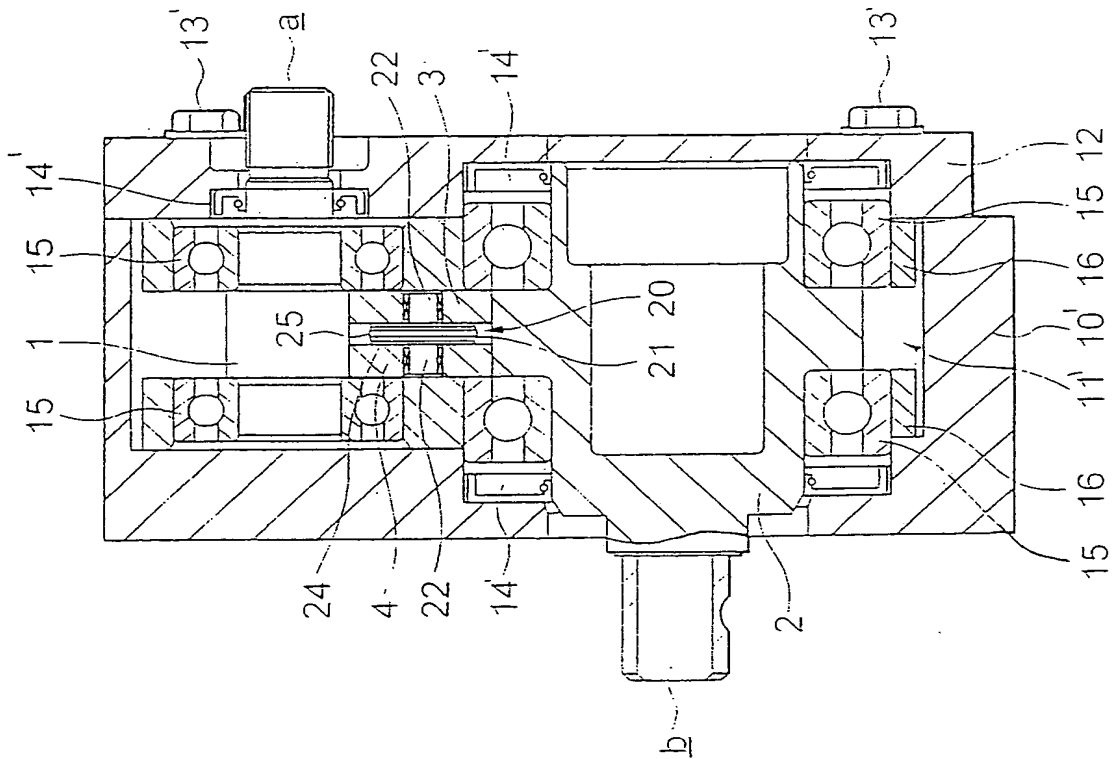


FIG. 41A

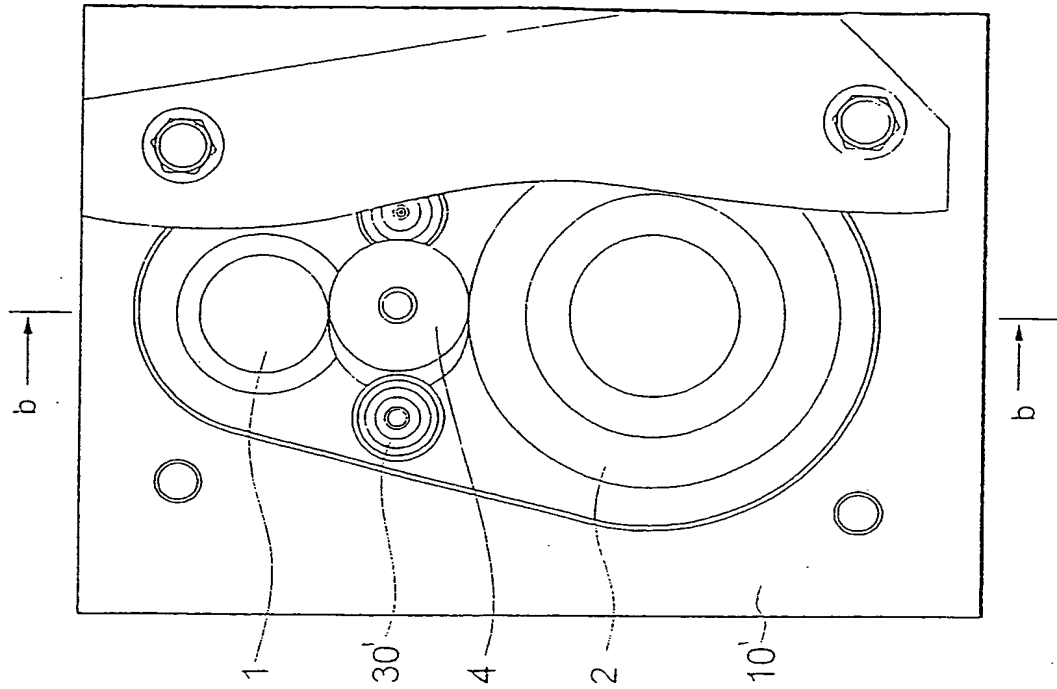


FIG. 41B

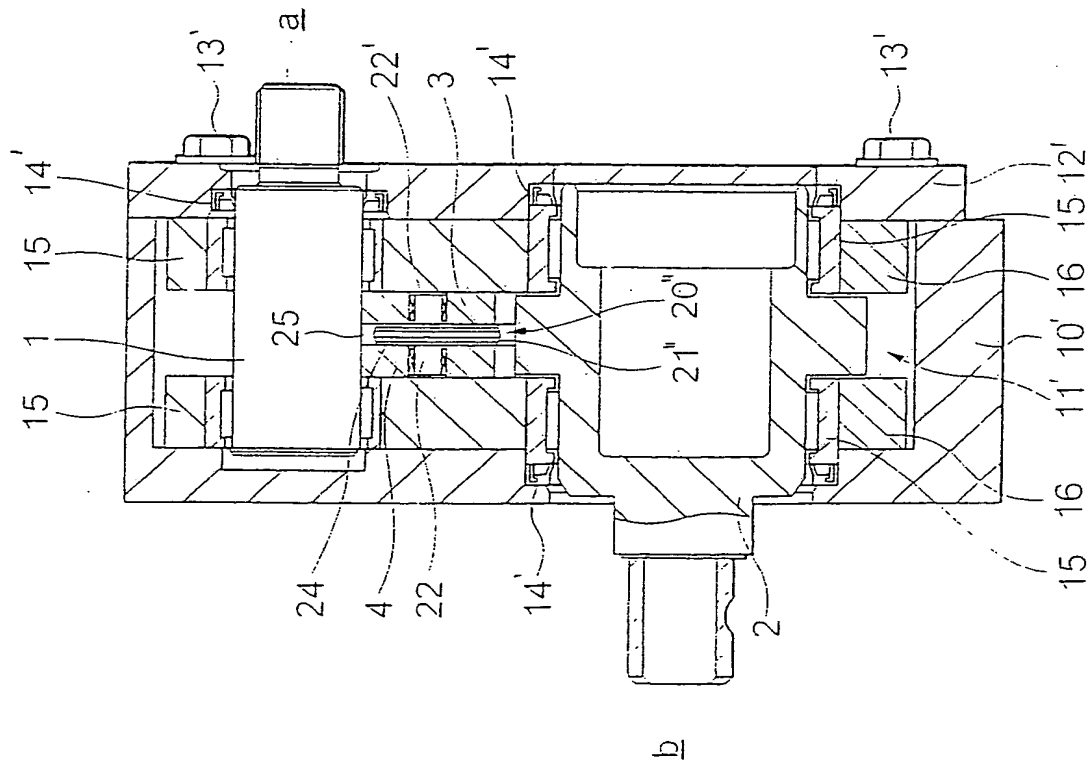


FIG. 42

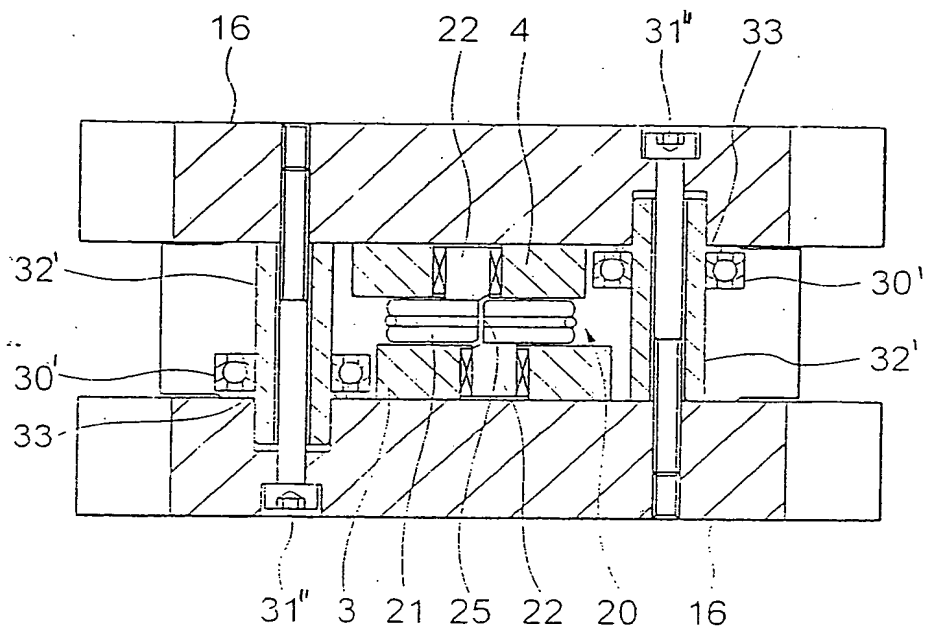


FIG. 43

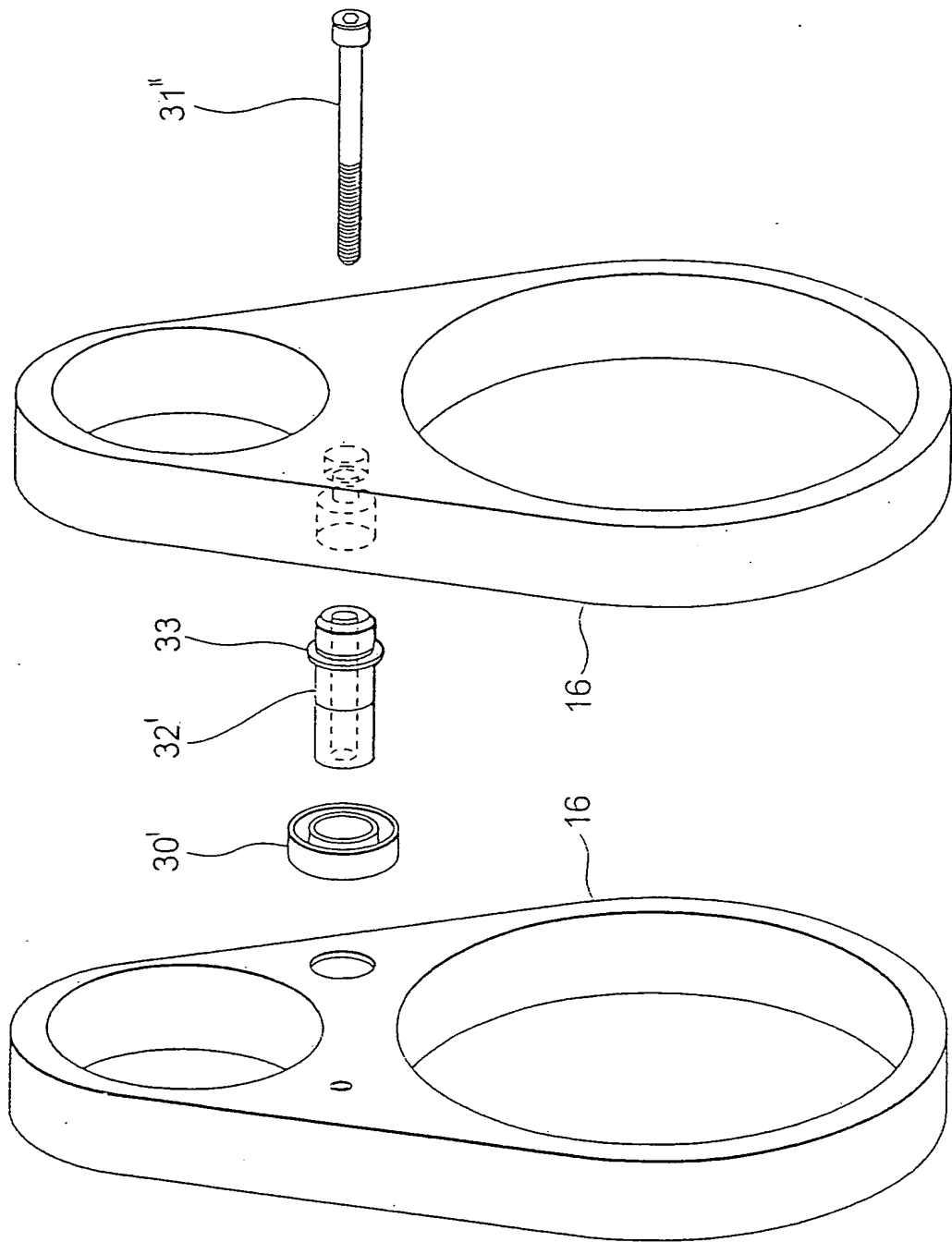




FIG. 44

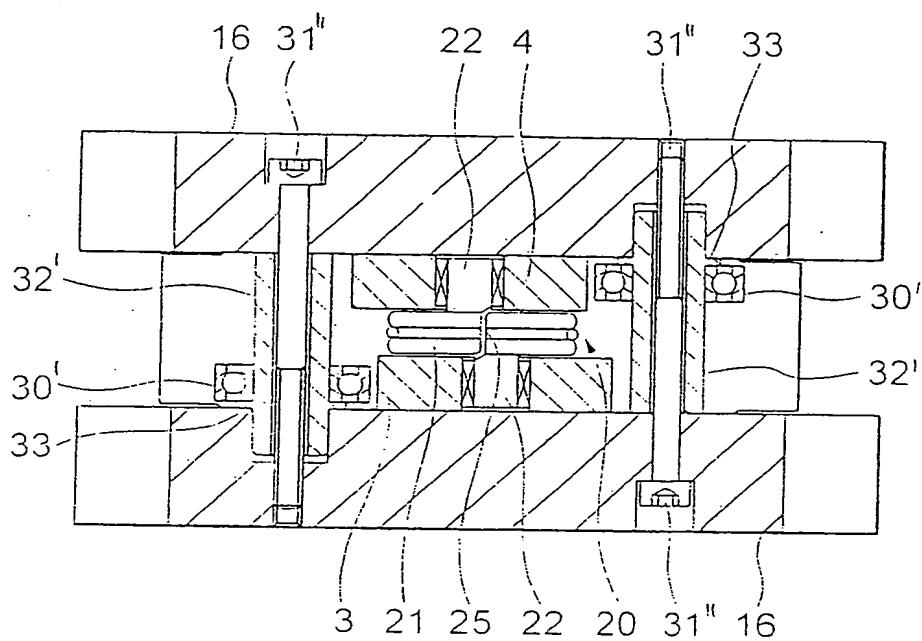


FIG. 45

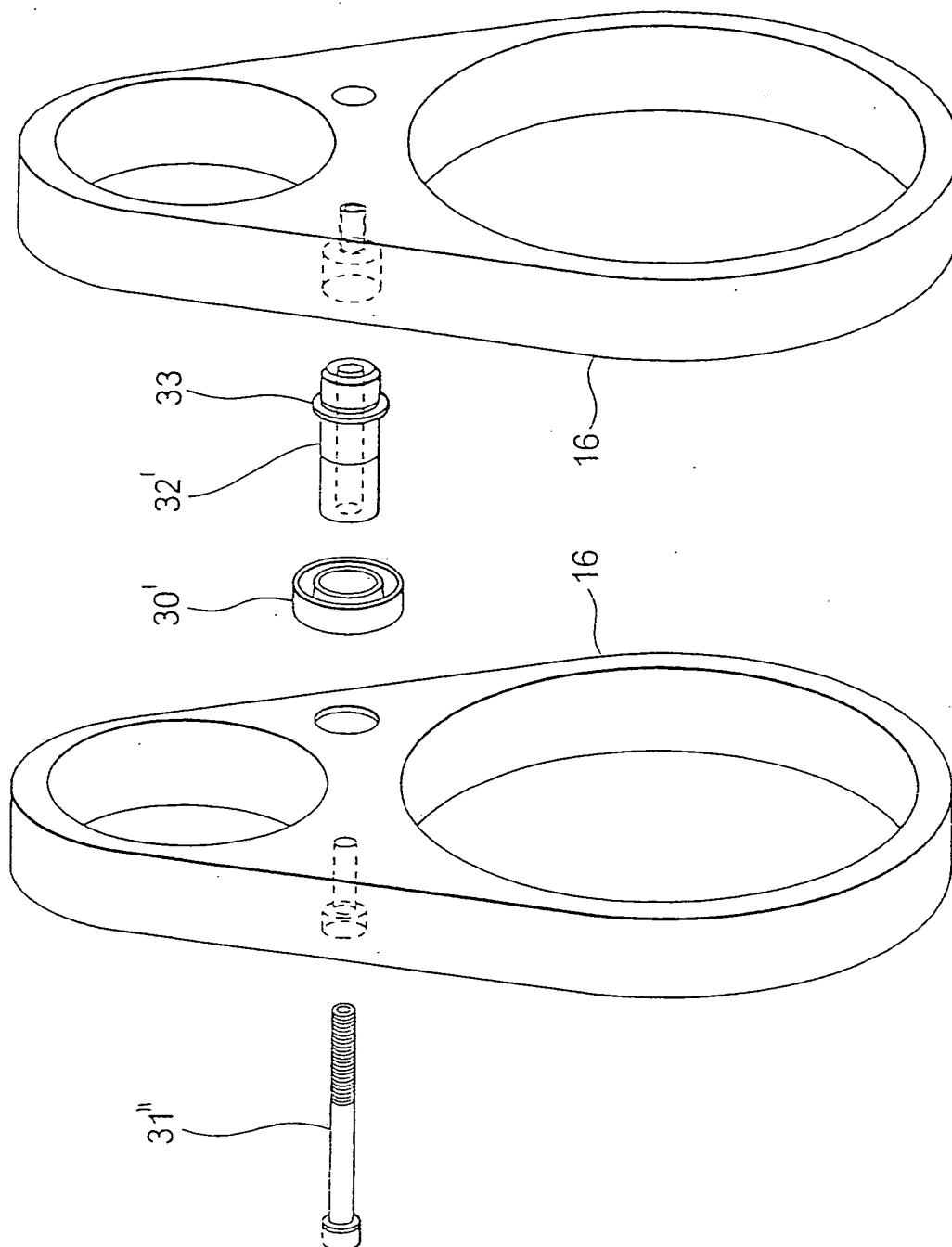


FIG. 46

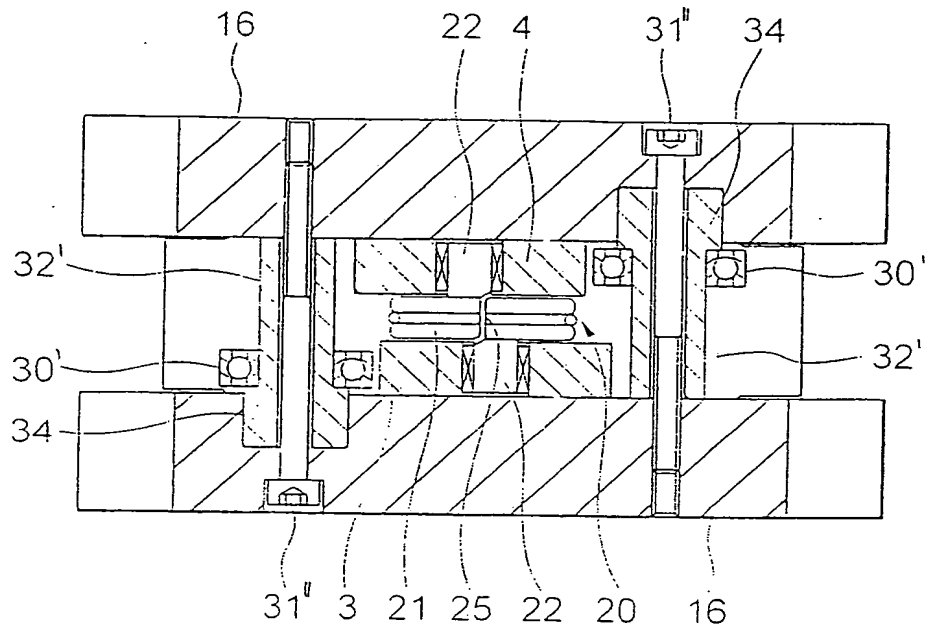


FIG. 47

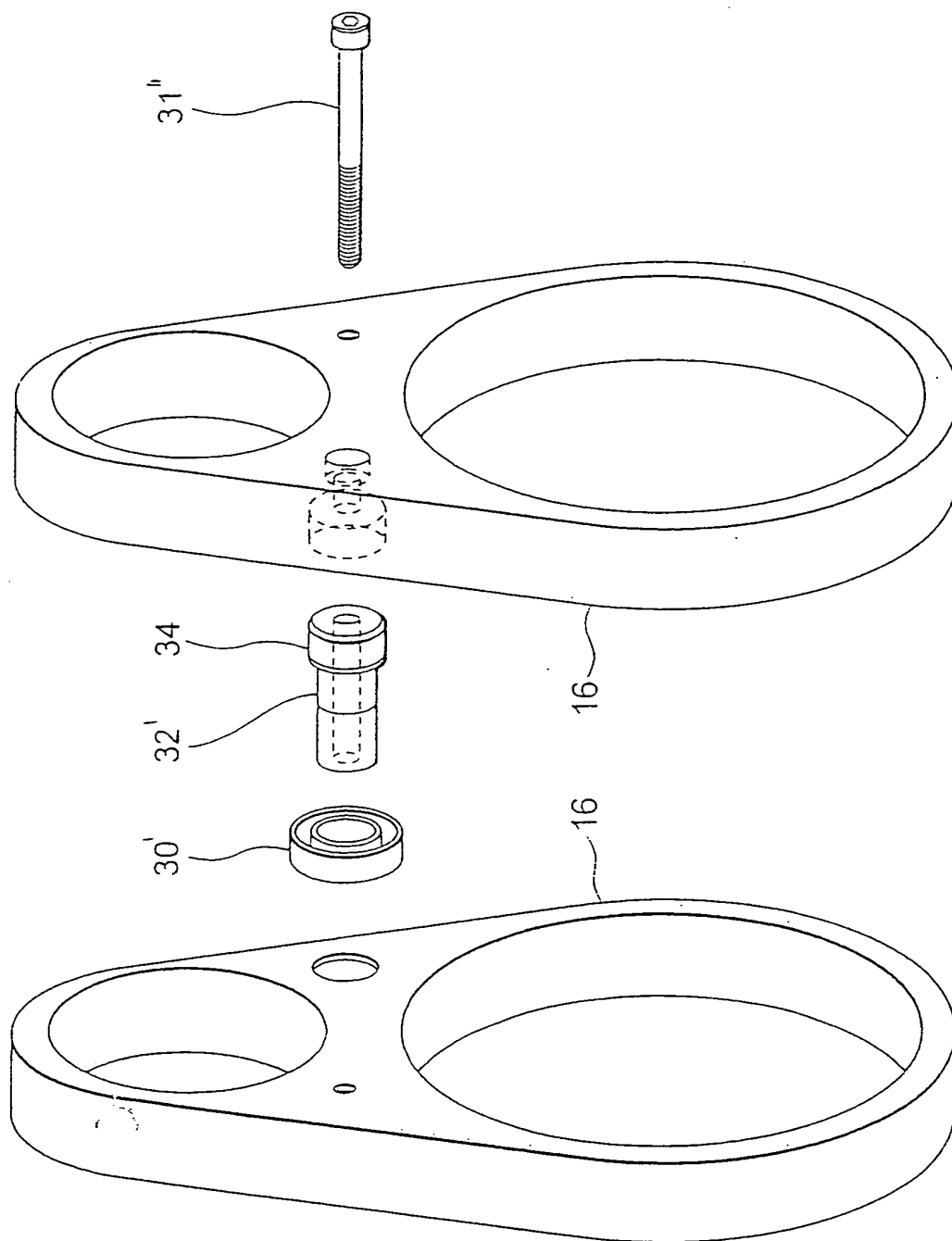


FIG. 48

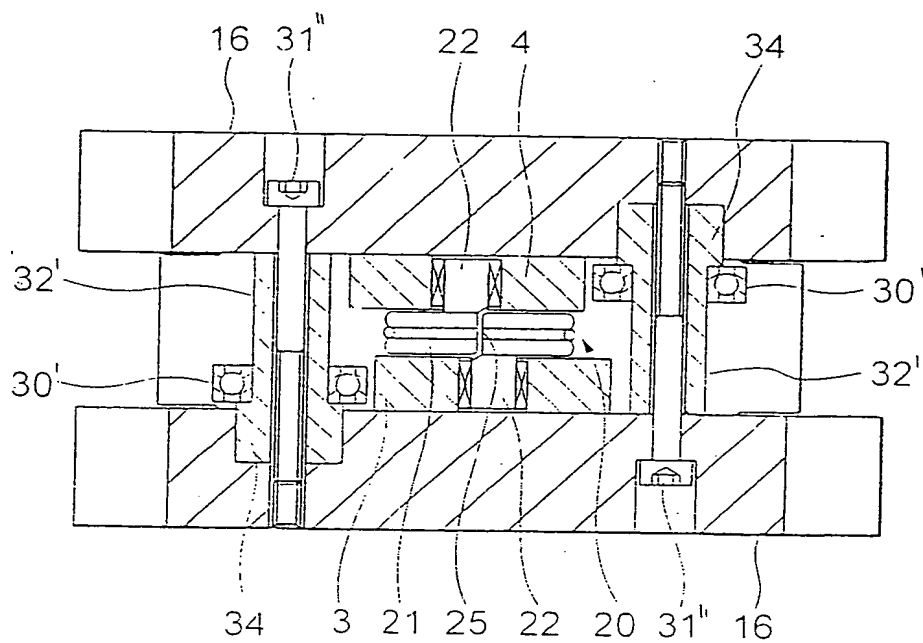


FIG. 49

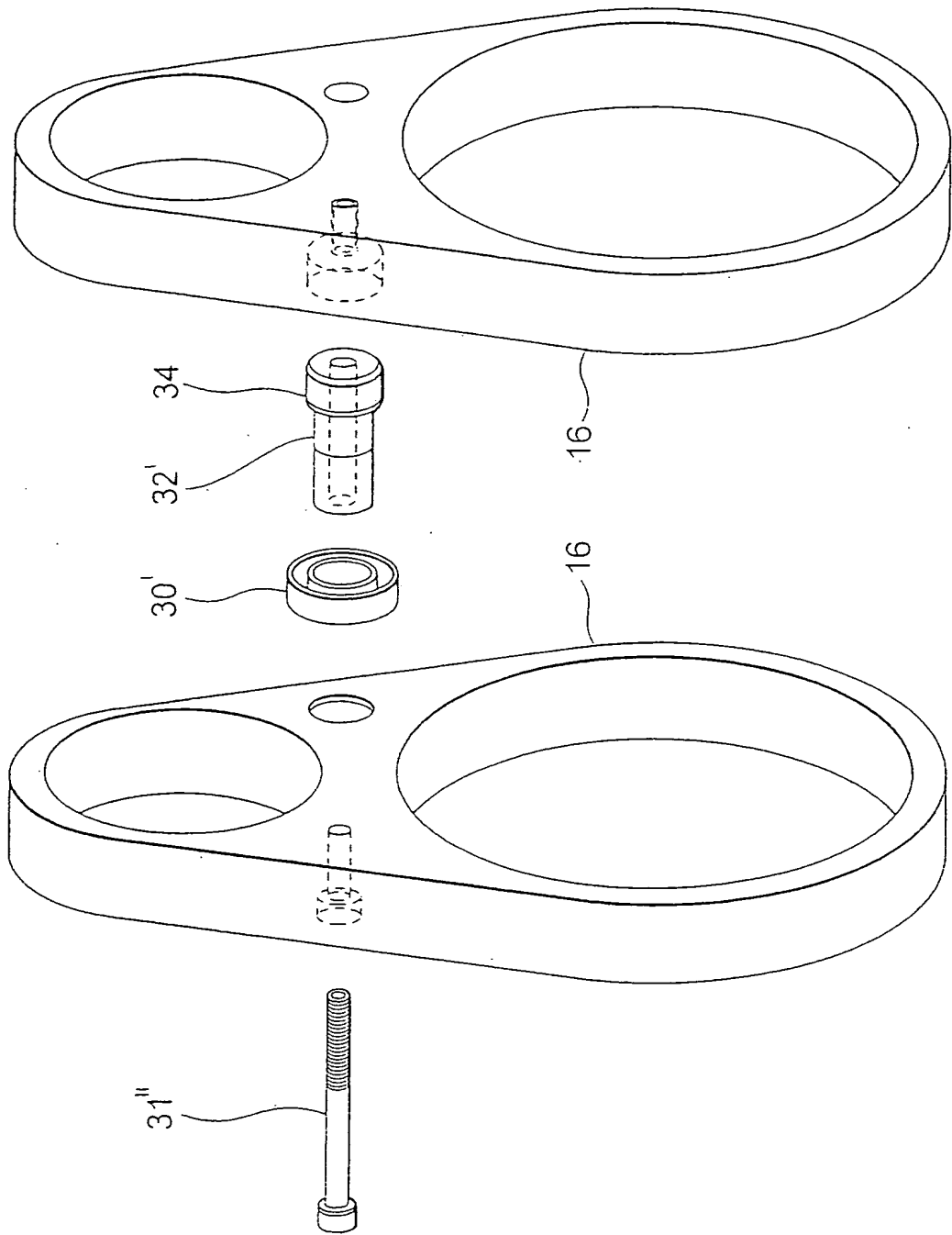


FIG. 50

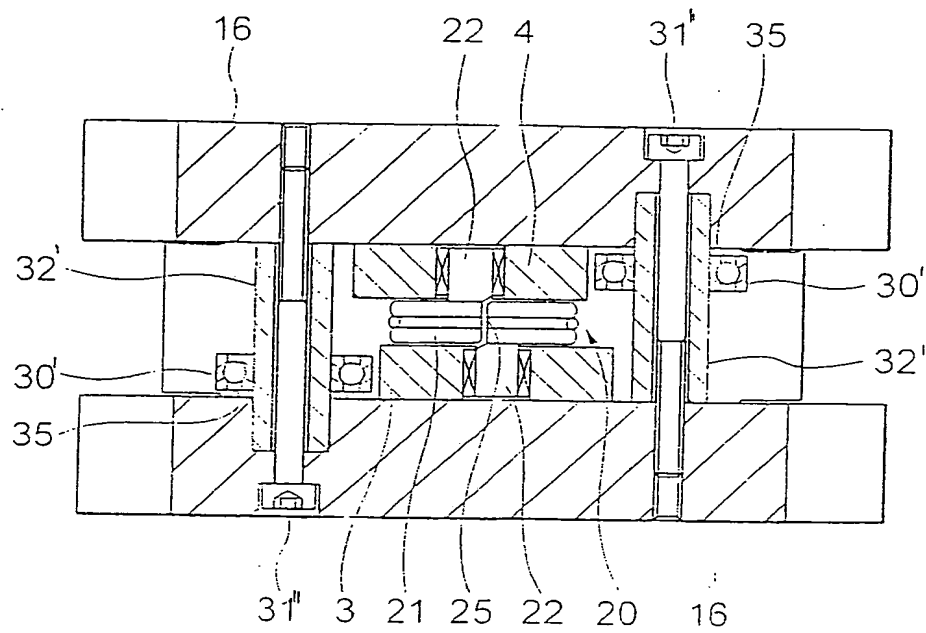


FIG. 51

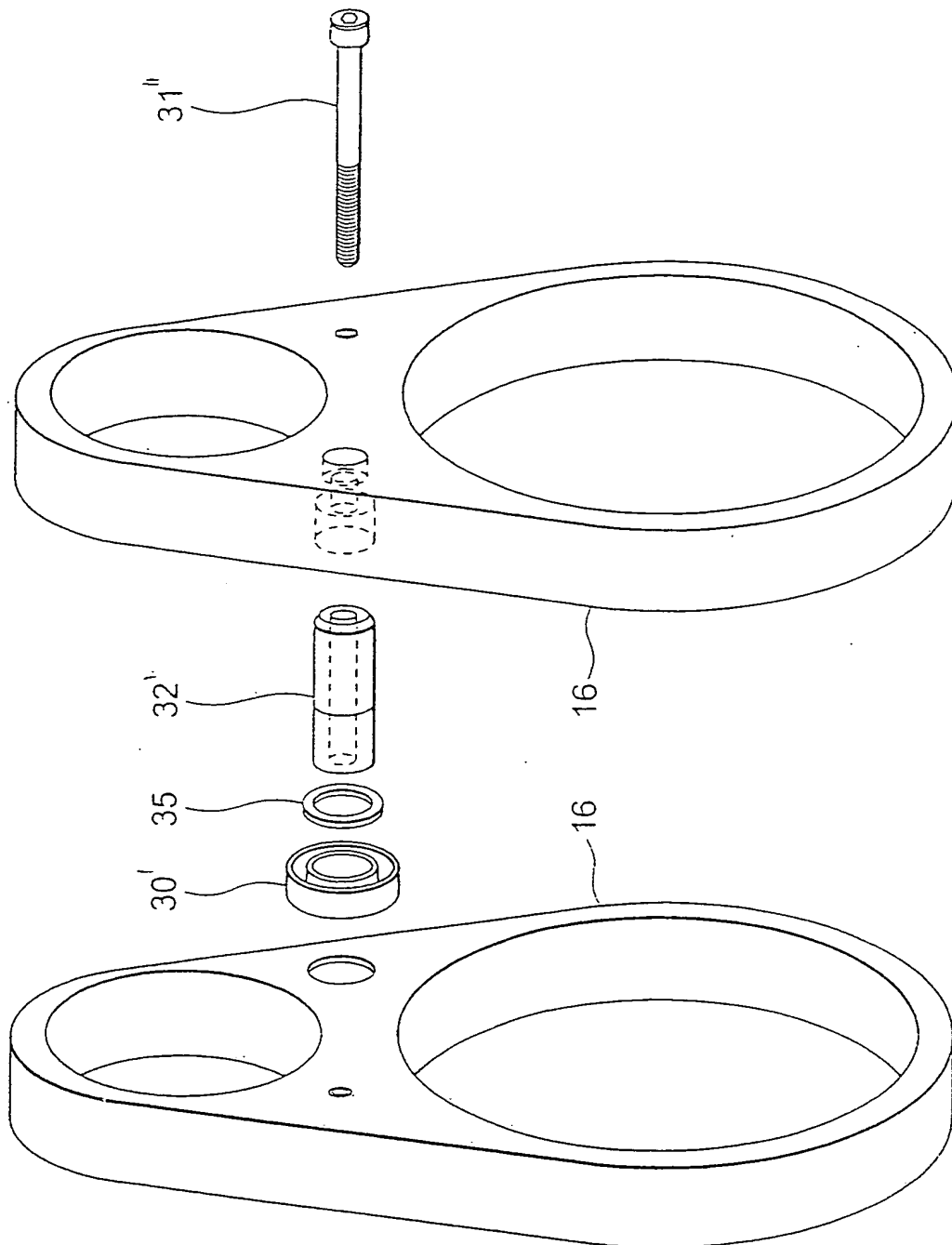




FIG. 52

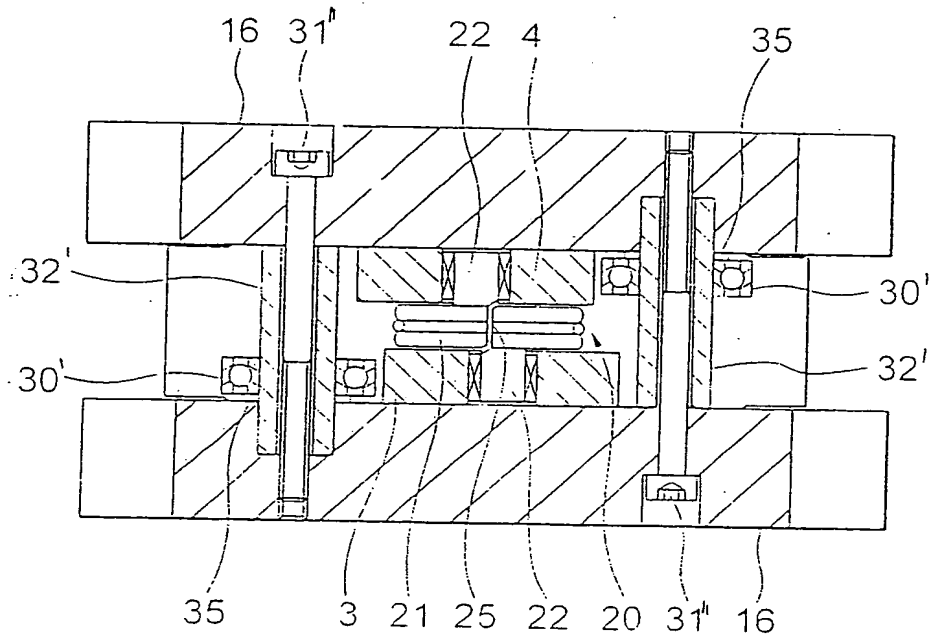


FIG. 53

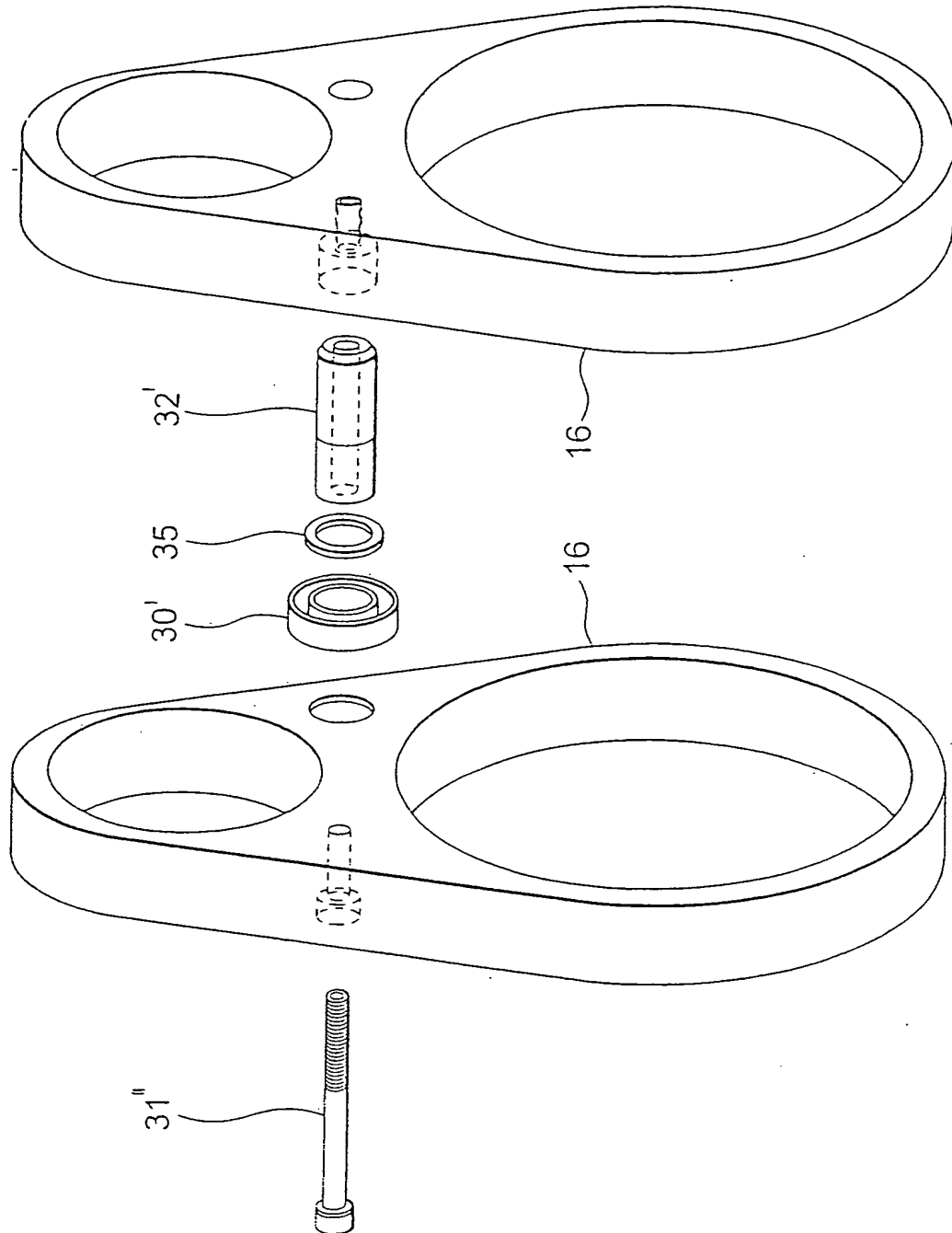


FIG. 54

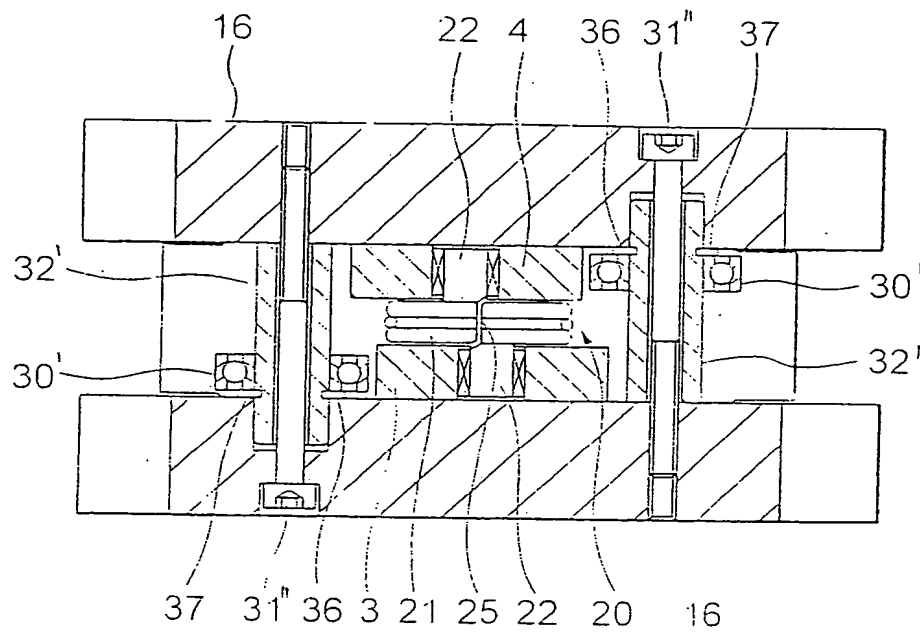


FIG. 55

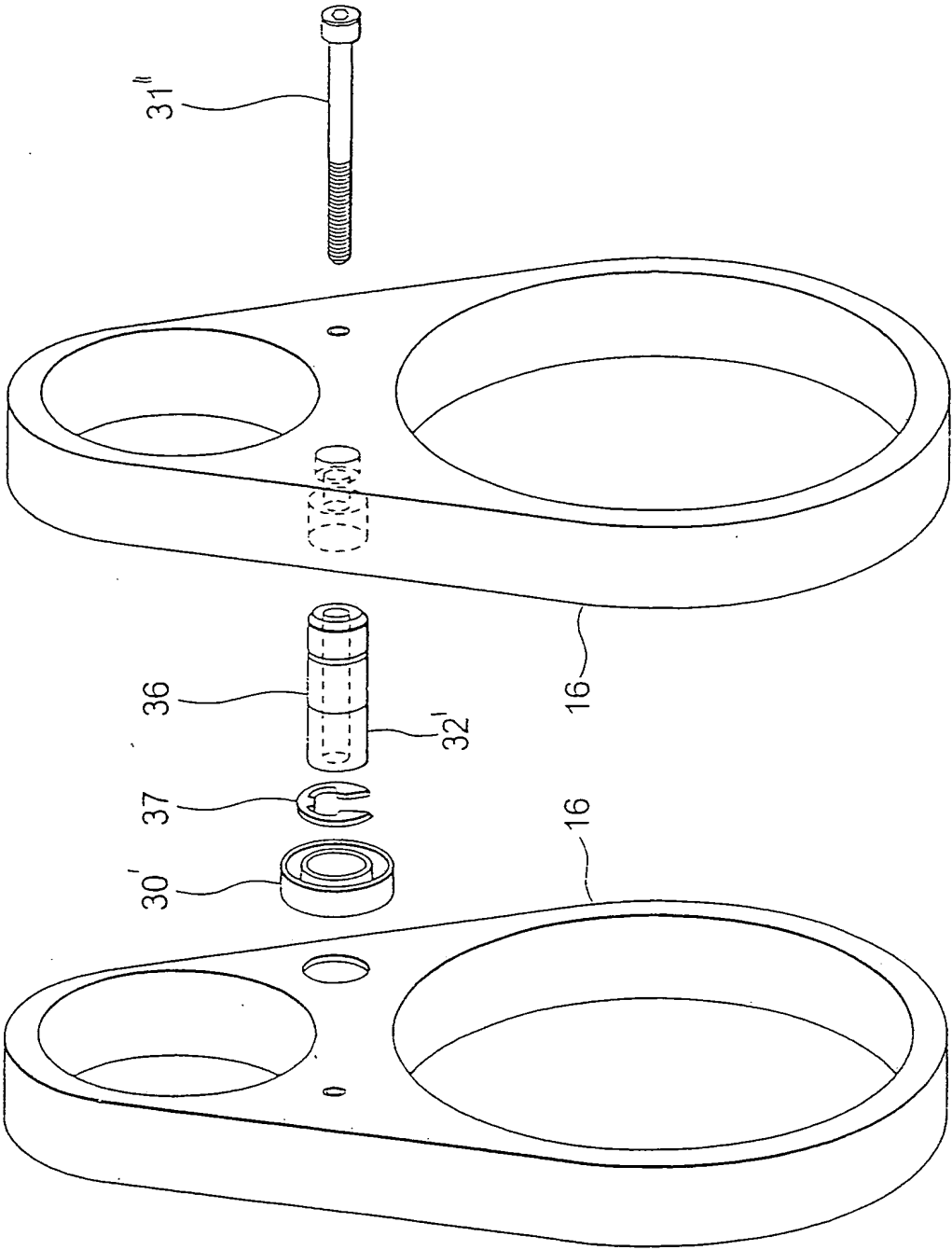


FIG. 56

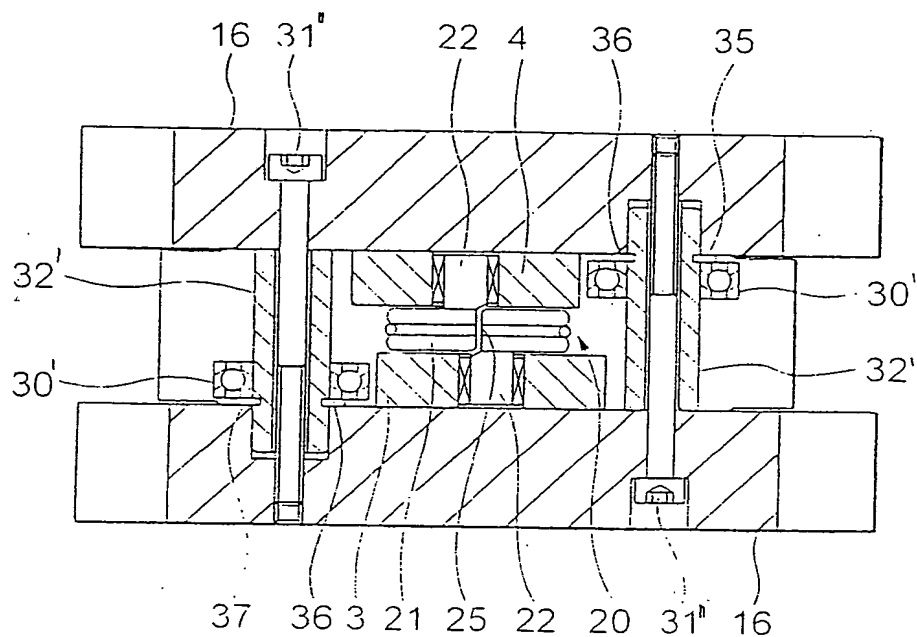


FIG. 57

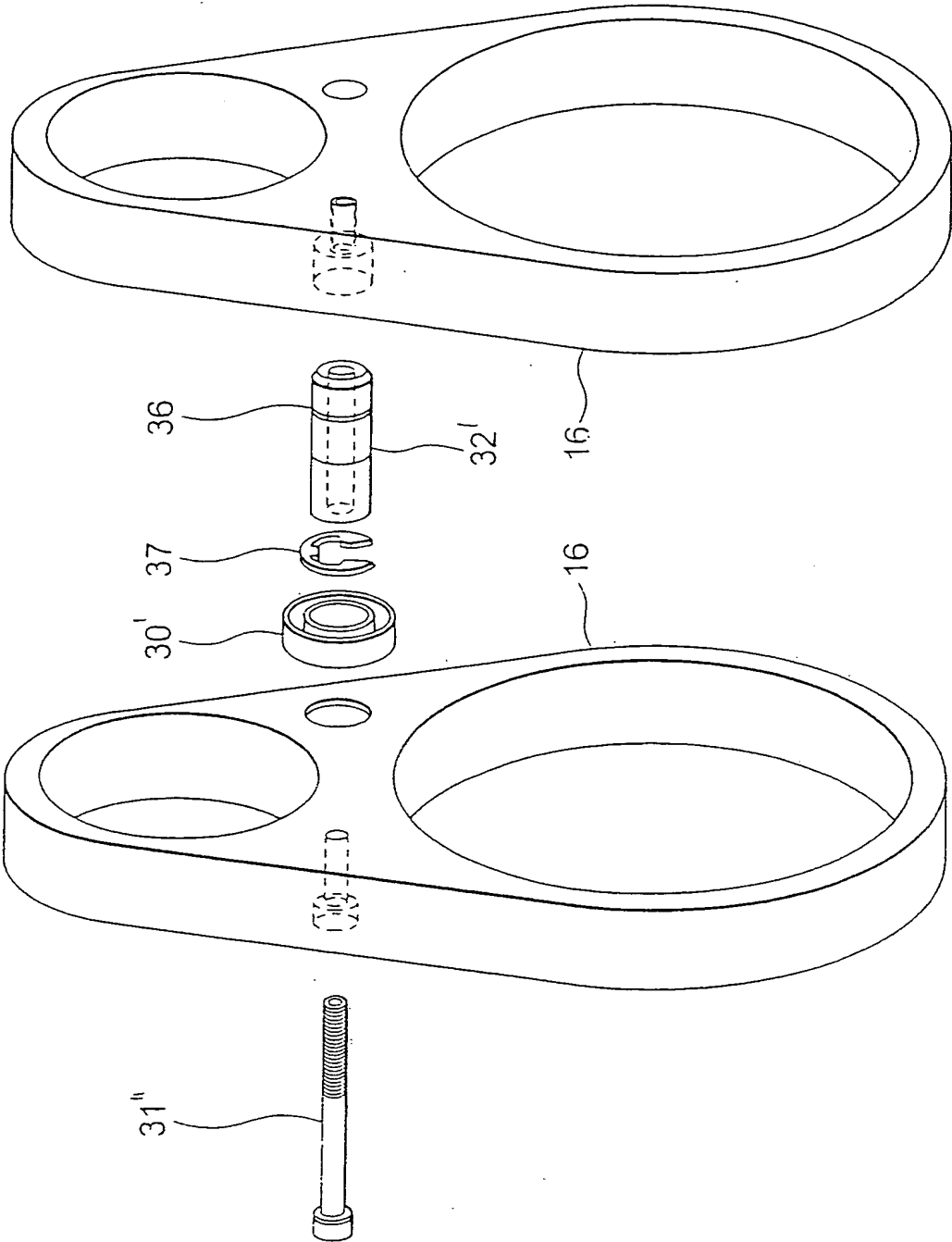


FIG. 58B

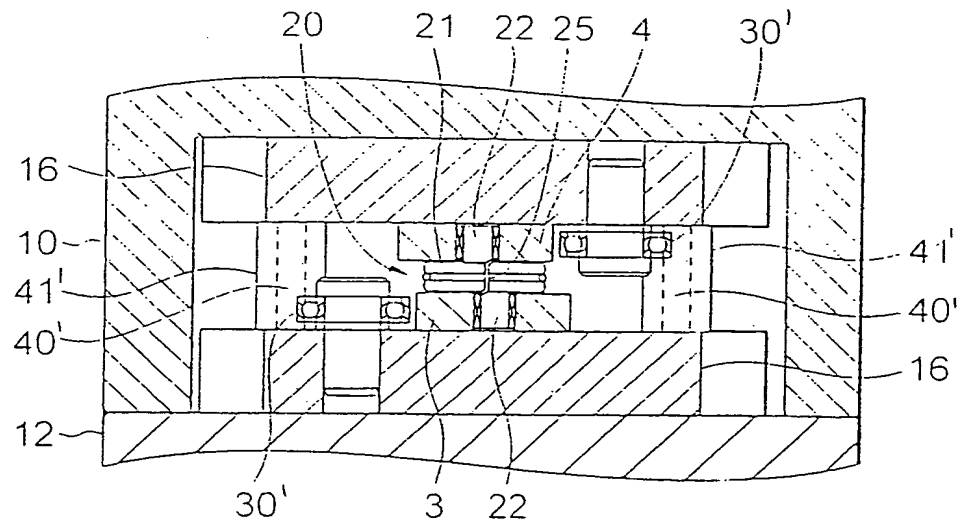


FIG. 58A

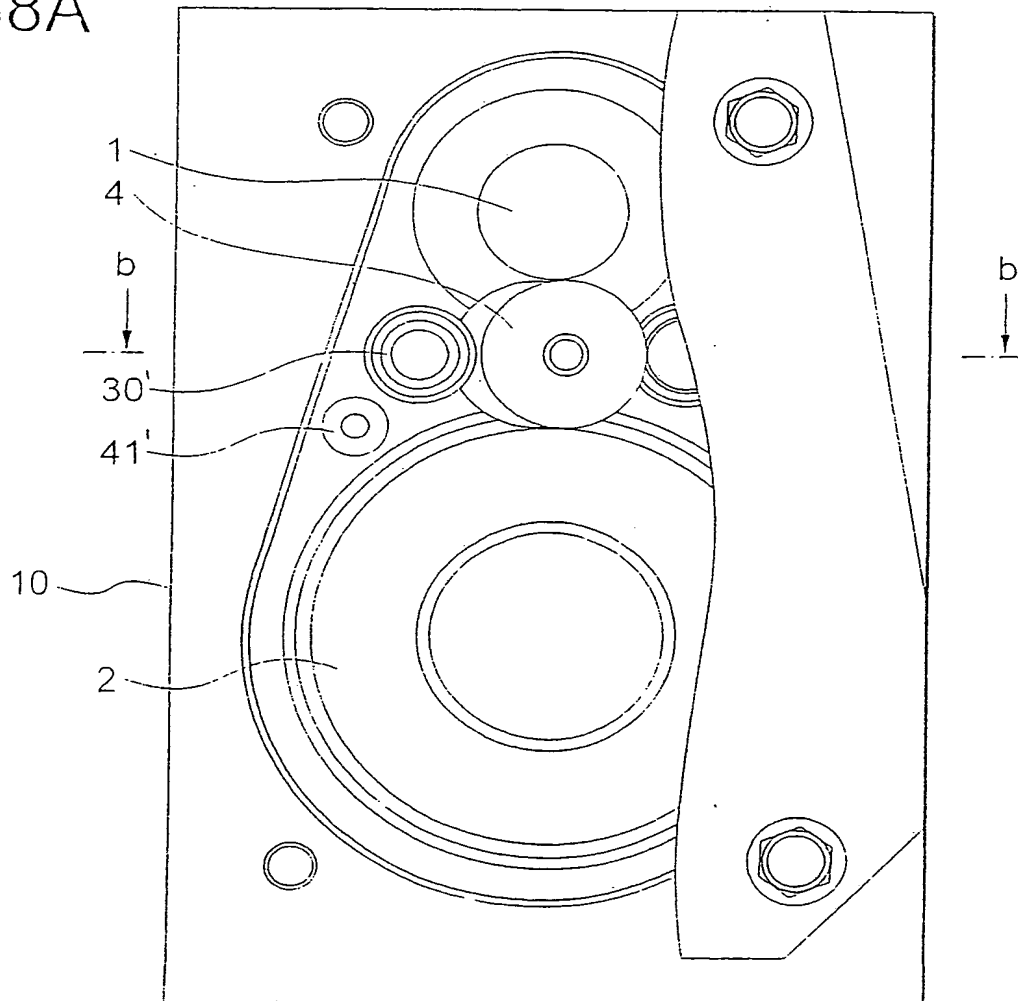


FIG. 59

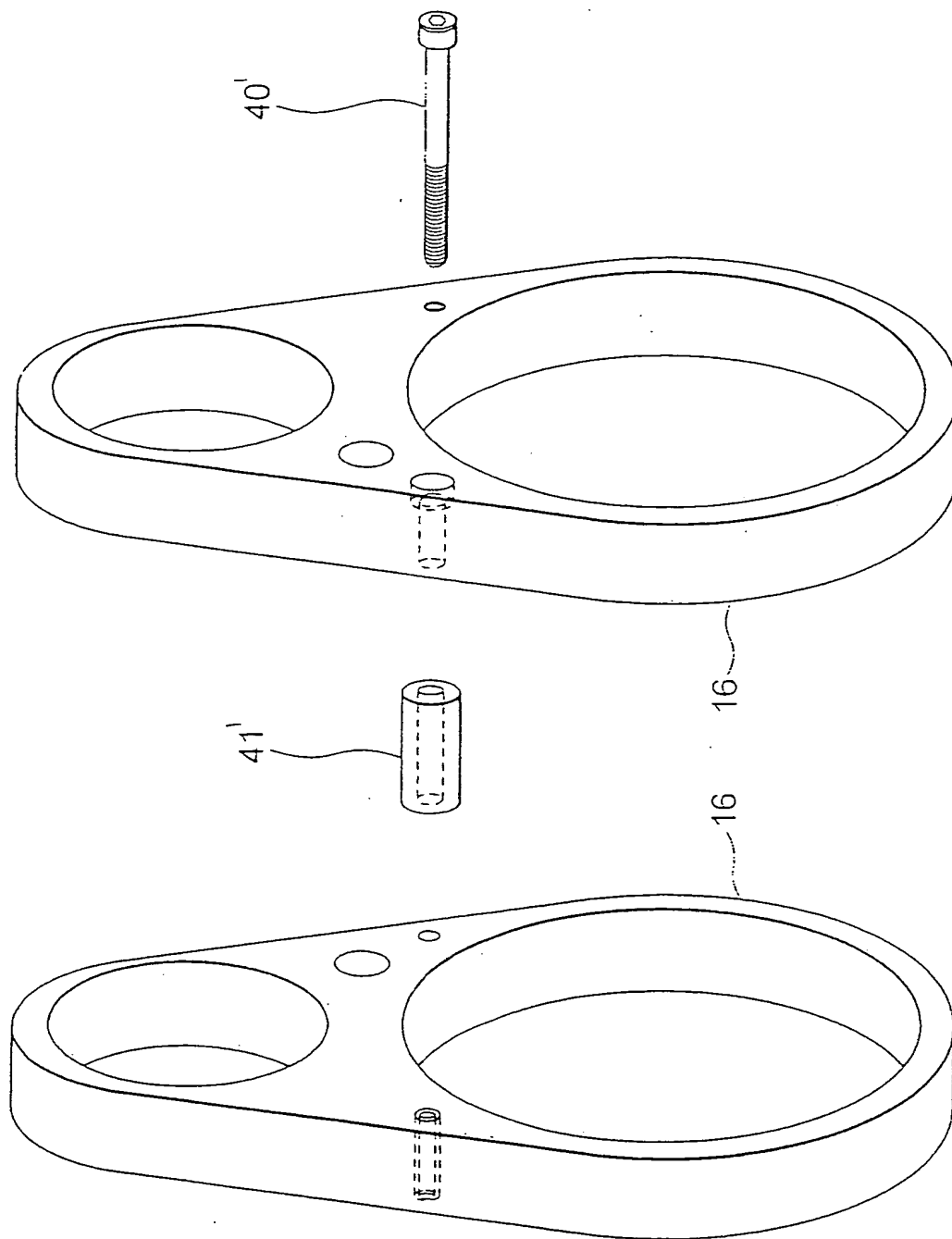




FIG. 60

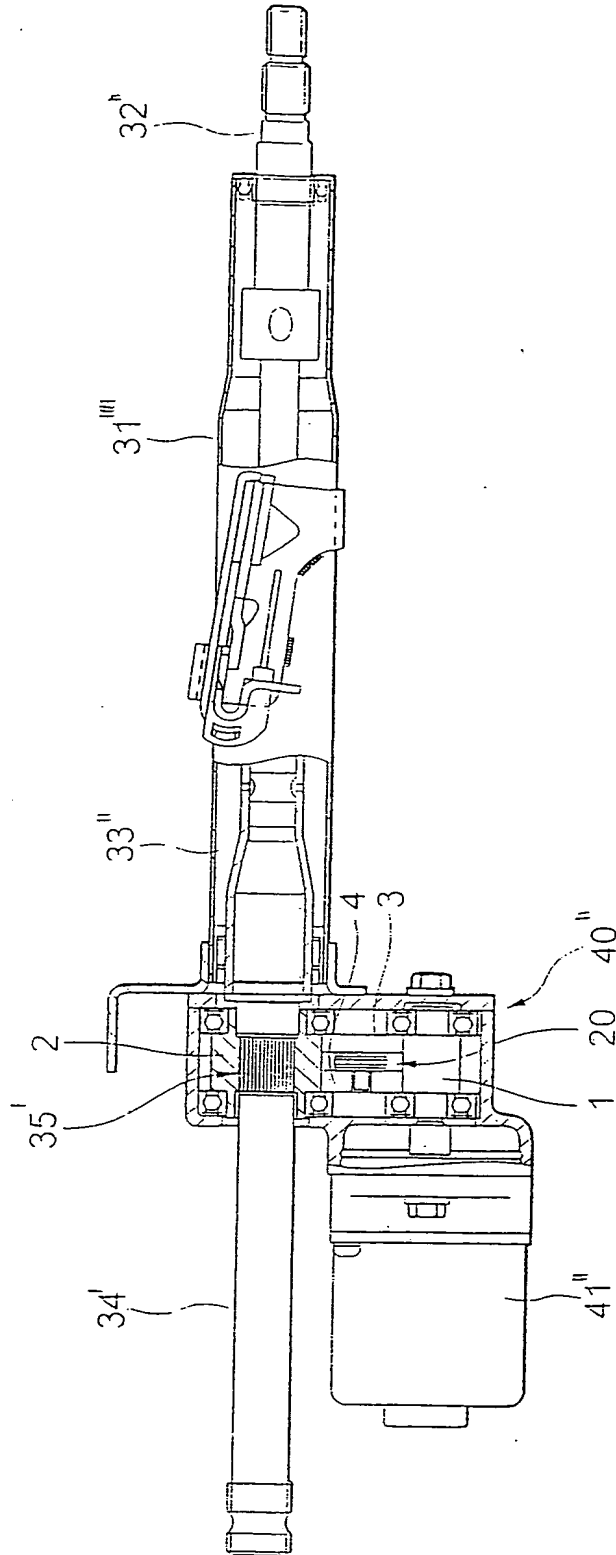


FIG. 61A

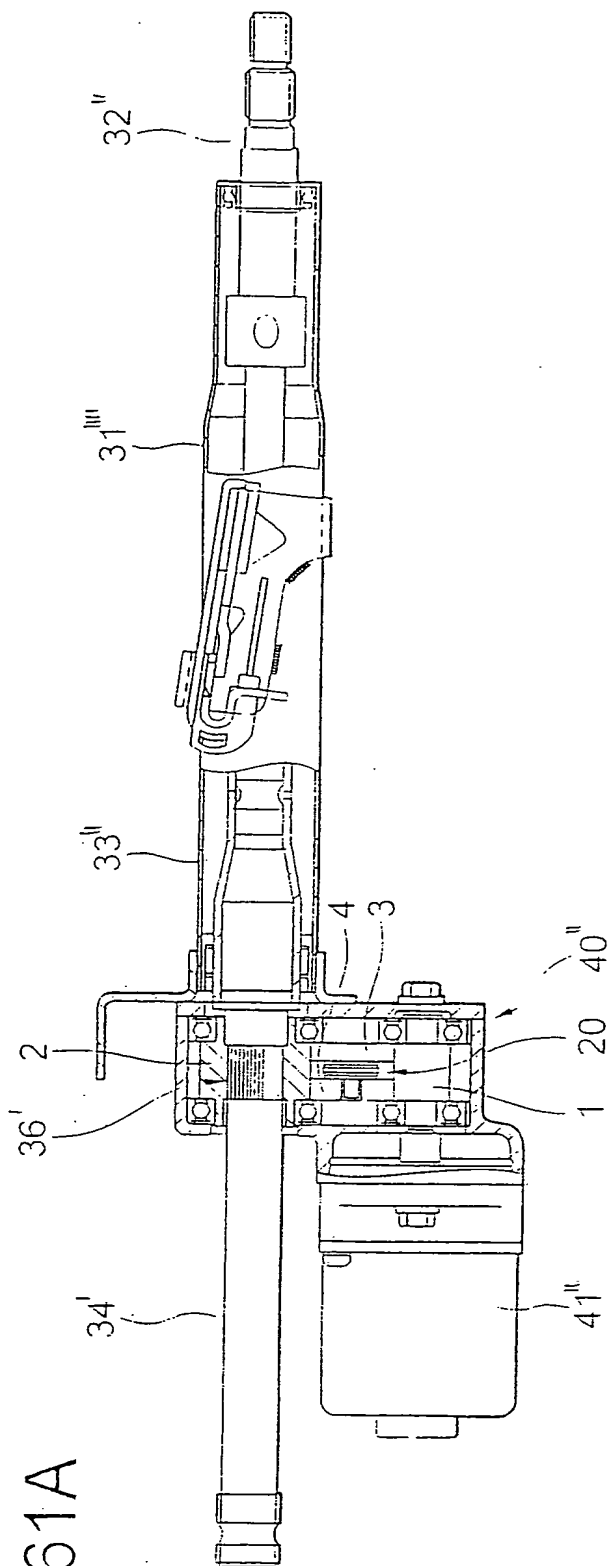


FIG. 61B

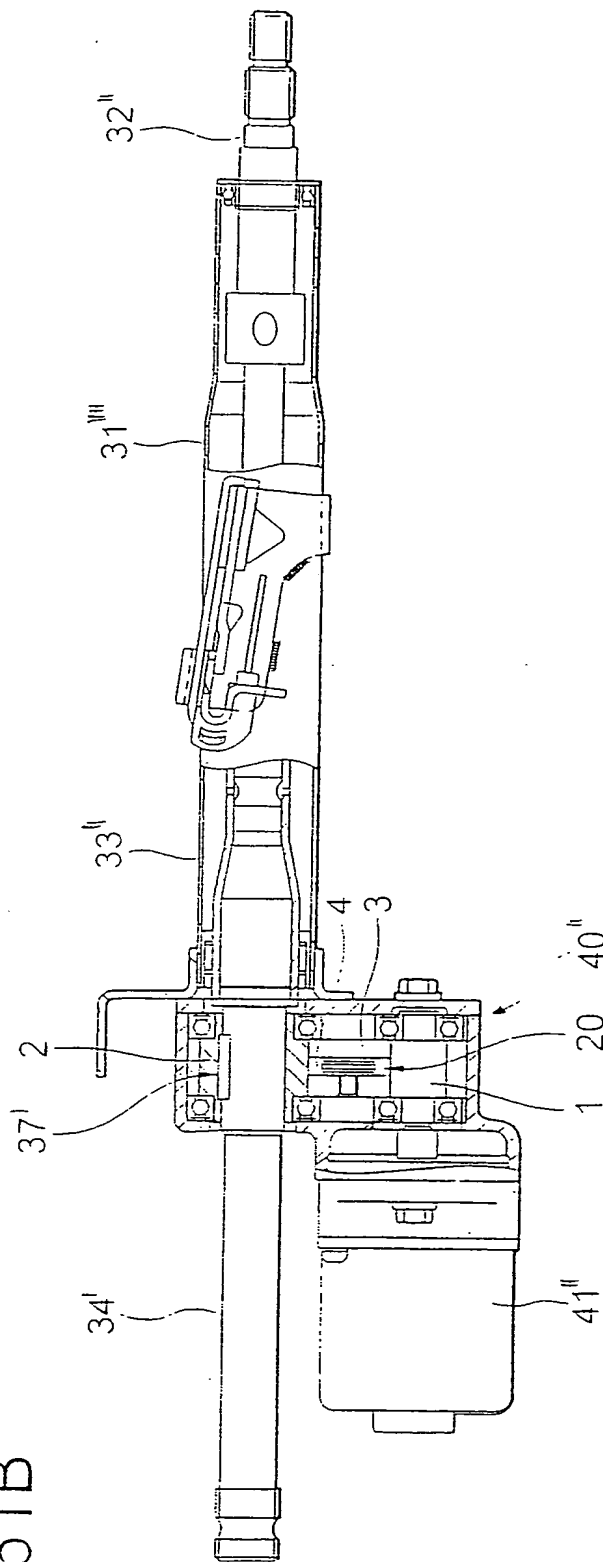


FIG. 62

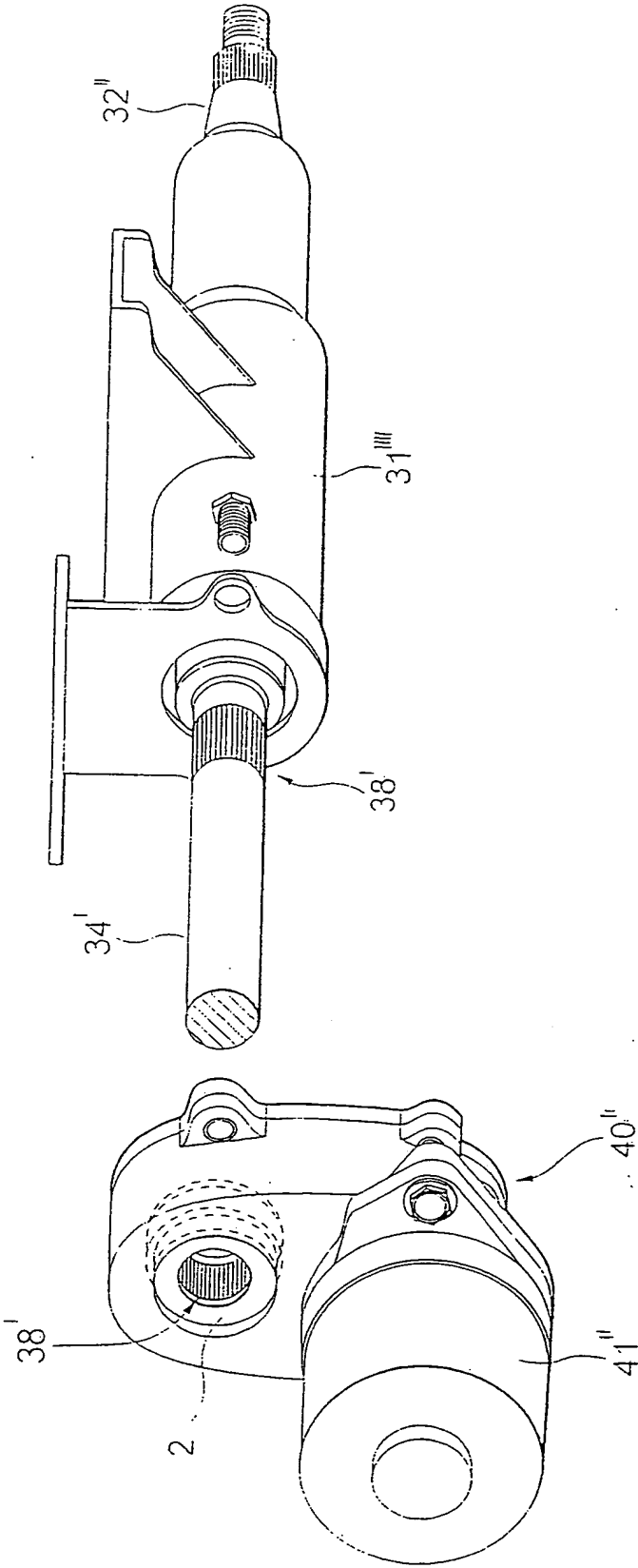


FIG. 63A

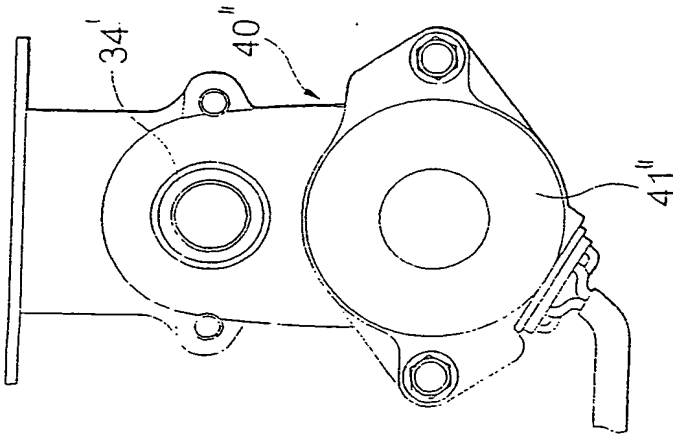


FIG. 63B

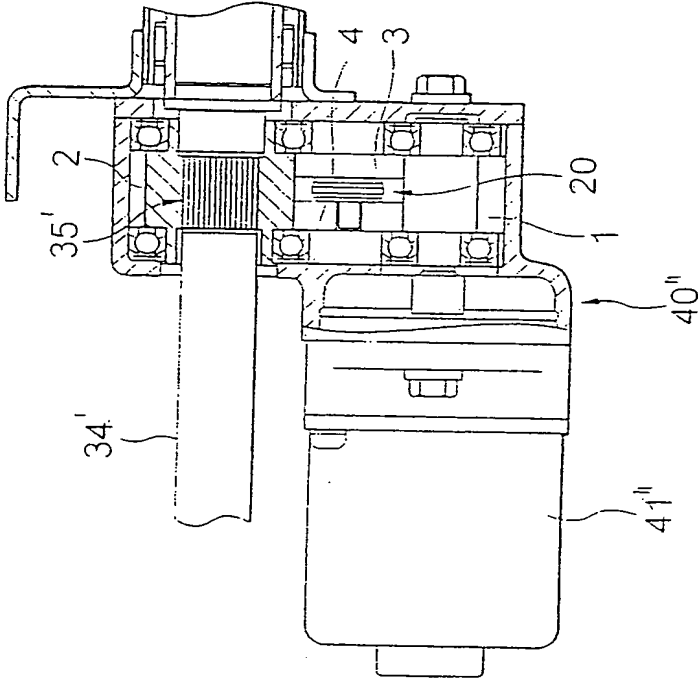


FIG. 63C

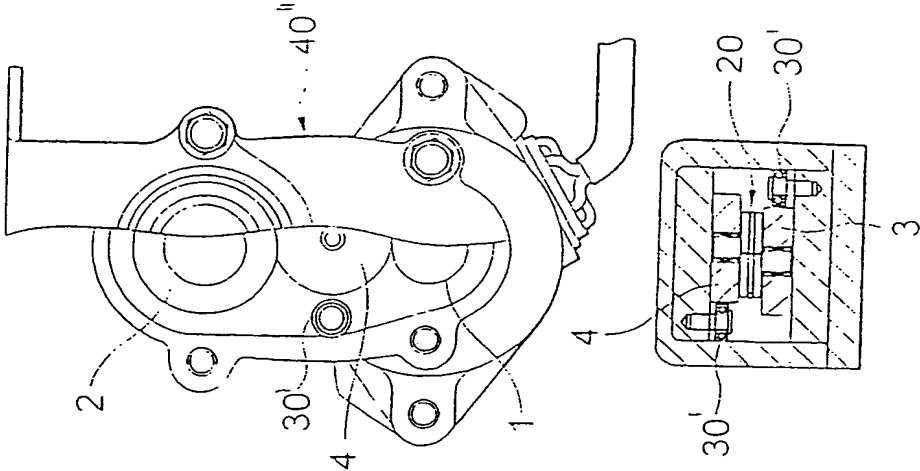


FIG. 63D

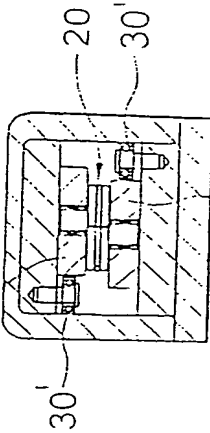


FIG. 64A

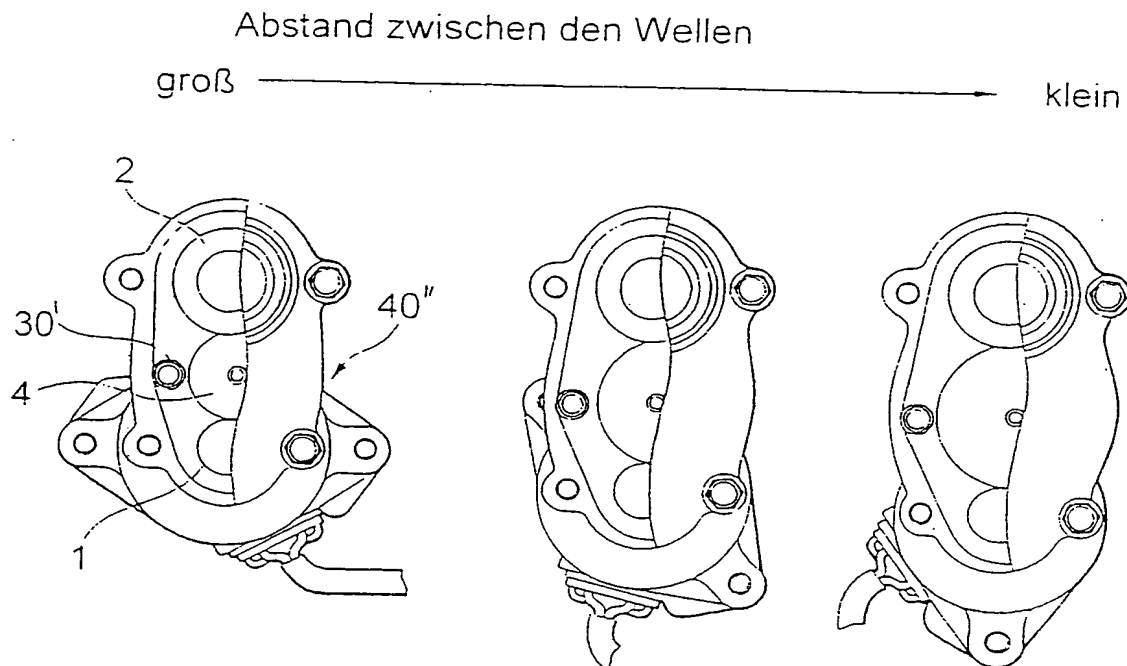


FIG. 64B

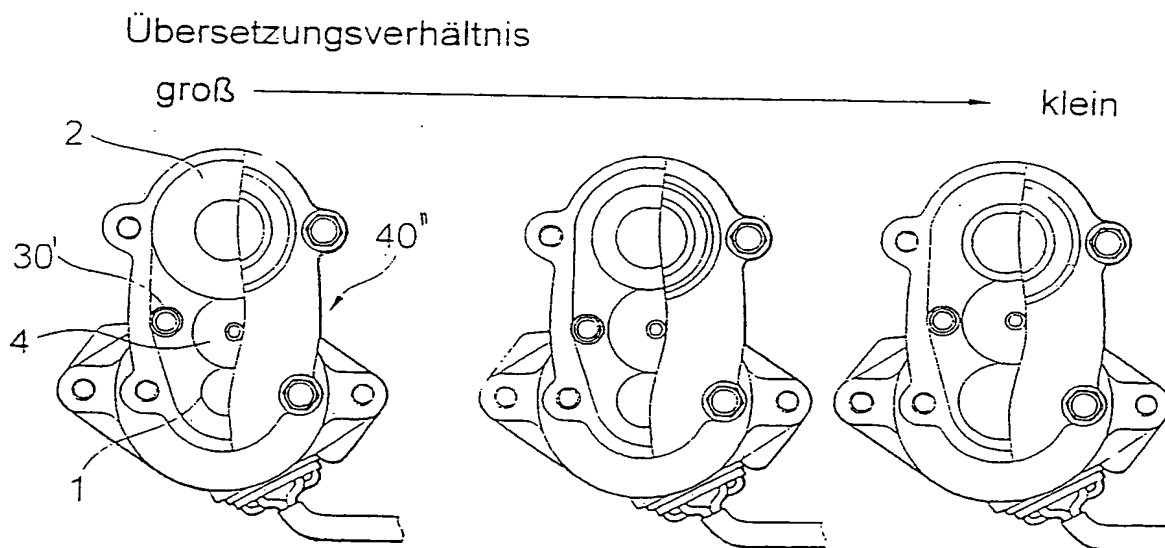


FIG. 1B

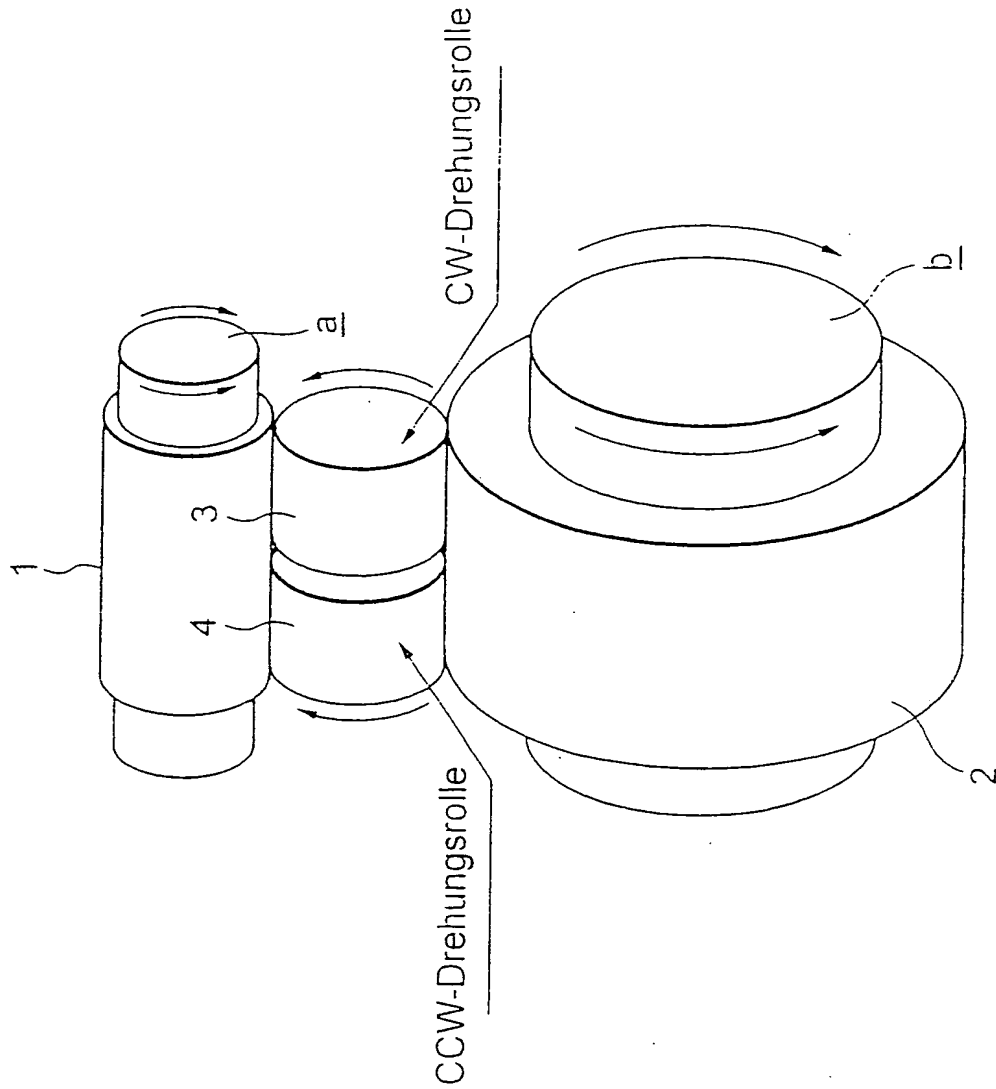


FIG. 1A

